



Universidade de
Aveiro
2019

Departamento de Ciências Médicas

CLÁUDIA LOPES
COELHO

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE TREINO
NA VERIFICAÇÃO DE IMAGENS 3D CBCT EM
CANCRO DA PRÓSTATA



**CLÁUDIA LOPES
COELHO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE TREINO
NA VERIFICAÇÃO DE IMAGENS 3D CBCT EM
CANCRO DA PRÓSTATA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologias da Imagem Médica, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Alexandra da Costa Dias, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e coorientação do Especialista Serafim Filipe da Cunha Pinto, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro e da Médica Assistente Hospitalar Graduada Carla Lopes de Castro, Radioncologista do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, EPE .

“Seja você a mudança que deseja ver no mundo em seu redor.”

Ghandi

o júri

presidente

Prof. Doutor Augusto Marques Ferreira da Silva
professor auxiliar, Universidade de Aveiro

vogais

Doutora Paula Cristina Silva Dias Sanches Pinto Alves
assistente convidada, Universidade de Coimbra – Faculdade de Medicina

Prof. Doutora Ana Alexandra da Costa Dias
professora auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar deixo as minhas honrosas palavras ao Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil do Porto, mais concretamente ao Serviço de Radioterapia, pela autorização na execução deste projeto. Aos seus exímios profissionais por toda a ajuda fornecida durante todas as etapas desta longa viagem. Aos radioterapeutas que participaram de forma dedicada agradeço veemente...este projeto é para todos vocês, voluntários e não voluntários.

Acreditar que seria possível concretizar o estudo sempre foi o caminho, mas com profissionais e amigos ao lado a acompanhar. À Dra. Ana Dias por ser um exemplo a seguir e me ter passado tanta aprendizagem e motivação e me ter impulsionado a querer muito este projeto, aceitando o desafio de o orientar. À Dra. Carla Castro pelo apoio, empenho, dedicação e amizade em todo este processo, quando sempre soube que o tempo seria escasso. É uma honra trabalhar com tanto profissionalismo e humanismo numa só pessoa. Ao colega e dedicado amigo Serafim Pinto, pela ajuda e motivação extra e por sempre me fazer acreditar na minha pessoa e nas minhas capacidades em levar este projeto avante. Ao Físico Luís Cunha por nem pestanejar quando lhe é lançado um desafio. Obrigada pelo empenho neste Programa de Treino. Ao Dr. Hálvio Rodrigues por ter aceitado fazer parte do Programa. Ao Eng. Luís Antunes pela ajuda preciosa e todo o tempo disponibilizado naquela área que continua a ser o meu “calcanhar de Aquiles”, a estatística dos dados.

A toda a minha família por ter sabido lidar com tantos dias em que a minha ausência foi uma constante. Um beijinho especial aos meus pais, Lino e Ester, ao meu irmão João e aos meus doces mais jovens Francisca e Maria João. Um abraço a toda a família unida da Barreira.

Aos radioterapeutas e amigos, aqueles que sempre acreditaram em mim e neste projeto, aqueles a quem devo um enorme obrigada e que nunca será suficiente. Ao José Guilherme Couto por, numa conversa de almoço, me ter elucidado de como poderia iniciar este estudo. Uma amizade incomparável. À Bárbara Barbosa, uma força da natureza, por tanto carinho e motivação e pela ajuda disponibilizada nas fases deste projeto. À Silvana Miranda por acreditar que somos mais do que pensamos enquanto seres humanos e profissionais e que não existe palavra “desistir” no nosso vocabulário. Aos meus colegas de trabalho por todo o companheirismo, palavras de apoio, ajuda e compreensão em todas as fases deste processo. Ao Altino Cunha, um ser humano exemplar, por me desafiar a crescer dia após dia. Ao Álvaro João Mota pela amizade de uma vida inteira e por nunca me ter faltado com palavras de motivação. Ao Pedro Paiva pela compreensão por tantos cafés desmarcados e por tantas mensagens de apoio. E a todos os demais amigos que sempre farão parte da construção da minha vida pessoal e profissional.

Aos meus colegas de curso, Rita Graça, Sónia Afonso e Pedro Conde, por tornarem as aulas mais coloridas e risonhas, ficando as saudades.

E por último, ao corpo docente da Universidade de Aveiro, por sempre me motivarem e cultivarem a expressão que “pensar fora da caixa” é o futuro da imagem médica.

Um bem-haja a todos.

palavras-chave

Programa de treino; cancro da próstata; *Cone Beam Computed Tomography*; radioterapeuta; competências; gestão da mudança; nível de confiança; poder de decisão; análise crítica

resumo

A evolução tecnológica dos sistemas guiados por imagem em radioterapia, com a aquisição de *Cone Beam Computed Tomography (CBCT)* para o reconhecimento da anatomia de tecidos moles, justifica o desenvolvimento das aptidões dos radioterapeutas para a análise dessas imagens de forma crítica. Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um programa de treino, dirigido aos radioterapeutas, para a verificação das imagens 3D CBCT no tratamento do cancro da próstata (CaP). Para validar a sua eficácia, efetuou-se uma avaliação de resultados com a comparação dos desvios obtidos do *match* das imagens antes e após o programa de treino.

Foi organizado um processo constituído por 3 fases, com uma amostra inicial de 52 radioterapeutas. Na 1ª fase, os participantes responderam a um questionário de 3 perguntas fechadas, relacionado com a experiência e formação profissional em CBCT e efetuaram a verificação das imagens de 10 casos clínicos. Na 2ª fase, integraram o programa de treino. Na 3ª fase, os profissionais que concluíram a fase anterior, efetuaram a análise das mesmas imagens de CBCT e responderam a um questionário de 4 perguntas fechadas e uma aberta, relacionado com a perceção que tiveram em relação ao programa de treino.

Uma amostra de 41 radioterapeutas concluiu todas as fases do processo, integrando o programa de treino, que teve a duração de 3 horas, com a ministração de 4 módulos temáticos dirigidos às áreas da patologia clínica de CaP e do seu tratamento de RTE, da anatomia radiológica pélvica e da tecnologia de imagem de CBCT. Para avaliar os desvios resultantes da análise de imagens, recorreu-se ao Teste T para amostras emparelhadas, comparando o Desvio Absoluto Médio (DAM) prévio com o DAM posterior ao programa de treino, em todas as 4 direções dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento. Nesta comparação DAM anterior vs. DAM posterior, obteve-se para o desvio vertical 0,18 vs. 0,18, para o longitudinal 0,12 vs. 0,11, para o lateral 0,08 vs. 0,08 e para o de rotação 0,24 vs. 0,23. Numa relação entre o tempo de experiência com CBCT (subgrupos de < 2 anos e > 2 anos) e os DAM antes e depois, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Na associação entre o tempo de experiência como radioterapeuta (subgrupos < 10 anos e > 10 anos) e os DAM foram registadas diferenças estatisticamente significativas nas direções vertical antes e depois ($p = 0,001$), resultando numa melhoria na análise das imagens depois do programa de treino, em profissionais com mais de 10 anos de experiência. Nos comentários à resposta aberta foi realçada a importância da implementação do programa com protocolo de visualização de CBCT, no sentido de incrementar a autonomia dos radioterapeutas nesta competência.

Esta estrutura de programa de treino exhibe, assim, um nível de eficácia considerado satisfatório para a sua implementação, na medida em que existe uma necessidade formativa de atualização de conteúdos relacionados com a anatomia radiológica pélvica. Sendo o poder de decisão dos profissionais, que analisam criticamente os CBCT's, considerado fundamental para o cuidado ao doente, há a necessidade da inclusão na prática clínica de processos formativos nesta área, introduzindo-se assim uma mudança nos padrões de estrutura organizacional dos serviços de radioterapia.

keywords

Training program; prostate cancer; Cone Beam Computed Tomography; therapeutic radiographer; competencies; change management; confidence level; decision-making; critical analysis

abstract

Technological evolution of image guided systems in radiation therapy, with the acquisition of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) for the soft tissue anatomy recognition, justifies the development of therapeutic radiographers' abilities to critically analyse these images. The purpose of this study was the development of a training program directed to therapeutic radiographers, based in a 3D CBCT treatment verification in prostate cancer. In order to verify its effectiveness, an evaluation of results was performed by comparing the shifts obtained from the match of the images before and after the training program.

A 3-phase process was organized with an initial sample of 52 therapeutic radiographers. In the first phase, the participants answered a survey of 3 closed questions related to experience and professional training in CBCT and performed the image verification of 10 clinical cases. In the second phase, they integrated the training program. In the third phase, the professionals who completed the previous phase, performed the analysis of the same CBCT images and answered a survey of 4 closed questions and an open one related to their perception about the training program.

A sample of 41 therapeutic radiographers completed all phases of the process, integrating the training program, with a total of 3 hours, with the lecturing of 4 thematic modules aimed at the areas of clinical pathology of prostate cancer and its treatment of EBRT, pelvic radiological anatomy and CBCT imaging technology. To evaluate the shifts resulting from the image analysis, the T-Test was used for paired samples, comparing the previous Mean Absolute Deviation (MAD) with the MAD after the training program, in all the 4 directions of the couch mechanical movements. In this comparison MAD before vs MAD after it was obtained for the vertical shift 0.18 vs 0.18, for the longitudinal 0.12 vs 0.11, for the lateral 0.08 vs 0.08 and for rotation 0.24 vs 0.23. In an association between the experience years with CBCT (subgroups of < 2 years and > 2 years) and the MAD before and after, no statistically significant differences were found ($p > 0,05$). In the association between experience years as a therapeutic radiographer (subgroups < 10 years and > 10 years) and MAD, statistically significant differences were verified in the vertical shift before and after ($p = 0.001$), revealing an improvement in image analysis after the training program, in professionals with more than 10 years of experience. In the open question they comment the relevance of the program implementation with CBCT visualization protocol, to allow an increased autonomy of therapeutic radiographers.

This training programme structure shows a level of effectiveness considered satisfactory for its implementation, as there is an educational need to update the grammatical contents related to the cross-sectional pelvic anatomy. Since decision-making is vital for the treatment delivery and critical analysis of CBCT, improving patient outcomes, it is important to include these contents in clinical practice, leading to a change in standards in the organizational structure of radiotherapy services.

Índice

Índice de Figuras e Tabelas	iii
Lista de Abreviaturas	v
1. Introdução	1
1.1. Objetivos do estudo.....	2
1.2. Estrutura do projeto	2
2. Estado da Arte	3
2.1. Cancro da Próstata.....	3
2.1.1. Anatomia do sistema reprodutor masculino	5
2.1.2. Perspetiva imagiológica.....	7
2.2. Radioterapia Externa.....	9
2.2.1. Aspetos técnicos do <i>workflow</i> em Radioterapia Externa.....	11
2.3. Radioterapia Guiada por Imagem.....	12
2.4. Tecnologia <i>Cone Beam Computed Tomography</i>	15
2.4.1. Princípios físicos de operação do sistema de kV-CBCT	16
a) Produção de Raios-X.....	16
b) Interação dos Raios-X com a matéria	17
c) Algoritmo de Reconstrução.....	19
2.4.2. Componentes e características do sistema de kV-CBCT.....	19
a) Sistema gerador de Raios-X kV.....	20
b) Colimadores do feixe e filtros.....	21
c) Câmara de Normalização	22
d) <i>Flat Panel Imager</i> – Detetor de imagem	23
2.5. O Radioterapeuta e as suas competências	24
2.6. A gestão da mudança.....	27
2.6.1. Causas, resistência e implementação da mudança	27
2.6.2. Aquisição e desenvolvimento de novas competências	29
2.6.3. Impacto da otimização dos processos no cuidado ao doente	31
3. Materiais e Métodos	34
3.1. Programa de Treino.....	35
3.2. Seleção dos participantes.....	35
3.3. Materiais.....	36

3.4.	Métodos	37
3.5.	Recolha dos dados e análise estatística	38
4.	Resultados e discussão	40
4.1.	Caracterização da amostra	40
4.2.	Programa de Treino	42
4.3.	Comparação de desvios antes e depois do Programa de Treino	44
4.3.1.	Observações à análise dos casos clínicos	50
4.4.	Perceção dos radioterapeutas em relação ao Programa de Treino.....	51
4.4.1.	Análise de conteúdo das respostas à caixa de comentários livre.....	54
4.5.	Limitações do estudo	57
5.	Conclusão e perspetivas futuras	58
	Referências Bibliográficas	60
	Cronograma de Atividades	65
	Anexo I – Parecer da Comissão de Ética para a Saúde.....	66
	Anexo II – Formulário <i>online</i> para solicitar participação voluntária no estudo	68
	Anexo III – Documento explicativo do projeto de estudo e consentimento informado aos participantes	71
	Anexo IV – Questionário Secção A.....	74
	Anexo V – Procedimento para análise de imagens CBCT na aplicação <i>Offline Review</i> – <i>ARIA</i> (<i>Varian Medical Systems</i>).....	75
	Anexo VI – Tabelas de registo dos desvios provenientes da análise das imagens volumétricas CBCT em <i>Offline Review</i> – <i>ARIA</i> 1ª e 3ª fase.....	78
	Anexo VII – Documento descritivo do Programa de Treino	86
	Anexo VIII – Questionário Secção B.....	90

Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1 - Representação anatómica do sistema reprodutor masculino (Perez, 2002).....	6
Figura 2 - Vista Anterior da Próstata (Netter, 2000)	6
Figura 3 – Visualização de corte axial de TC do par de VS (31) localizadas entre a base da bexiga e o reto (Bridge & Tipper, 2017)	8
Figura 4 - Visualização de corte axial de TC da glândula prostática (32) e uretra (33) (Bridge & Tipper, 2017)	9
Figura 5 - Comparação de um plano dosimétrico de tratamento com Técnica de IMRT e VMAT em CaP (à esquerda plano de IMRT e à direita plano com VMAT – RapidArc®) [Cortesia Varian Medical Systems]	11
Figura 6 - Esquema standard representativo do GTV (verde), quando é expandido com margem para o CTV (azul), para ter em consideração alguma doença microscópica. O PTV (vermelho) é adicionado para incluir variações de setup, incluindo algum movimento (imagem adaptada de National Cancer Action Team, 2012)	13
Figura 7 - TrueBeam™ da Varian®. Representação dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento: 1-vertical; 2-longitudinal; 3-lateral e 4-rotação (Imagem adaptada, Fonte: www.varian.com)	14
Figura 8 - Espectro de Raios-X produzido por um tubo com alvo de tungsténio (Alaei & Spezi, 2015)	17
Figura 9 - Esquema demonstrativo da interação dos fótons em função da sua energia e número atómico do material absorvente. Para ranges de imagem kV em radioterapia, os efeitos Compton e fotoelétrico são predominantes, sendo visível o aumento do efeito fotoelétrico com o aumento do número atómico do material (Alaei & Spezi, 2015)	17
Figura 10 - Probabilidades de interação para o efeito Compton e fotoelétrico para o osso ($Z \approx 20$) e tecido mole ($Z \approx 7,4$) (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014)	18
Figura 11 - TrueBeam™ STx da Varian® com um XI System. (Fonte: www.varian.com).19	
Figura 12 - Sistema gerador de Raios-X kV (Varian Medical Systems, 2013)	20
Figura 13 - Tubo de Raios-X GS-1542 (Varian Medical Systems, 2013)	20
Figura 14 - Sistema de colimadores e filtros (Varian Medical Systems, 2013)	21

Figura 15 - Bowtie Filters (Varian Medical Systems, 2013).....	22
Figura 16 - Esquema de uma matriz de detetores TFT do Flat Panel Imager (Fonte online: www.arosystems.com.au)	23
Figura 17 - Configuração interna de um recetor de imagem, constituído pelo cintilador de Csl e pela matriz de a-Si (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014)	24
Figura 18 – Esquema cronológico das 3 fases do estudo.....	34
Figura 19 – Representação gráfica da distribuição média dos desvios registados pelos 41 radioterapeutas entre os dois momentos de análise (antes e depois do Programa de Treino), nas 4 direcções dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento (VRT-vertical; LONG-longitudinal; LAT-lateral e RTN-rotação)	46
Figura 20 – Associação entre o nível de confiança na verificação de imagens de CBCT, após o Programa de Treino, e o tempo de experiência como radioterapeuta (Pearson Chi-Square Test: valor $p = 0,804$)	54
 Tabela 1 - Classificação TNM para CaP (Brierley, A., 2016)	 4
Tabela 2 - Resultados do questionário (secção A) realizado à experiência e formação profissional dos radioterapeutas.....	40
Tabela 3 - Esquema do Programa de Treino.....	42
Tabela 4 - Representação dos valores médios para DAM antes vs. DAM depois nas 4 direcções	44
Tabela 5 - Associação do tempo de experiência como radioterapeuta e tempo de experiência com CBCT com os DAM antes e os DAM depois do Programa de Treino....	47
Tabela 6 - Resultados do questionário (secção B) realizado à percepção dos radioterapeutas quanto ao Programa de Treino.....	51

Lista de Abreviaturas

2D – *Two Dimensional*

3D – *Three Dimensional*

3D-CRT – *Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy*

AAPM – *American Association of Physicists in Medicine*

AL – Acelerador Linear

ART – *Adaptive Radiation Therapy*

CaP – Cancro da Próstata

CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*

CTV – *Clinical Target Volume*

DAM – Desvio Absoluto Médio

DoF – *Degrees of Freedom*

DRR - *Digitally Reconstructed Radiographs*

EAU – *European Association of Urology*

EBRT – *External Beam Radiation Therapy*

ESTRO – *European Society for Radiotherapy and Oncology*

FBP - *Filtered Back Projection Algorithm*

FDK – *Feldkamp-Davis-Kress Algorithm*

FPI – *Flat Panel Imager*

GTV – *Gross Tumour Volume*

Gy - *Gray*

HBP – Hipertrofia Benigna da Próstata

HU – *Hounsfield Unit*

IGRT – *Image-Guided Radiation Therapy*

IMRT – *Intensity Modulated Radiation Therapy*

IPOPFG – Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil

kHz - kilohertz

kV – kilovoltagem

kW – kilowatt

LAT – desvio lateral

LONG – desvio longitudinal

mA – miliampere

MAD – *Mean Absolute Deviation*

MLC – *Multileaf Collimator*

MV – Megavoltagem

NCCN – *National Comprehensive Cancer Network*

NHS – Serviço Nacional de Saúde Reino Unido

OAR – *Organs At Risk*

PET – Tomografia por Emissão de Positrões

PPT – *Power Point Presentation*

PSA – *Prostate Specific Antigen*

PTV – *Planning Target Volume*

RM – Ressonância Magnética

RTE – Radioterapia Externa

RTN – desvio rotacional

RTT – *Radiation Therapist*

SBRT – *Stereotactic Body Radiation Therapy*

SD – *Standard Deviation*

TC – Tomografia Computorizada

TFT - *Thin-Film Transistor*

TG – *Task Group*

TNM – *Tumour Node Metastasis*

VMAT – *Volumetric Modulated Arc Therapy*

VRT – desvio vertical

VS – Vesículas Seminais

1. Introdução

A incidência do Cancro da Próstata (CaP) tem aumentado na maioria dos países e, atualmente, representa o segundo cancro mais comum nos homens e a sexta causa principal de morte por cancro em todo o mundo. Existindo várias modalidades terapêuticas para o tratamento do CaP clinicamente localizado, a Radioterapia Externa (RTE) tem sido a abordagem de irradiação mais amplamente disponibilizada (Geinitz, Roach III, & van As, 2015).

Com a introdução da Radioterapia por Intensidade Modulada (IMRT - *Intensity Modulated Radiation Therapy*) e a necessidade da otimização dos tratamentos no sentido de administrar doses mais altas ao volume alvo, poupando os tecidos normais circundantes, surgiu a técnica de irradiação VMAT (*Volumetric Modulated Arc Therapy*) – Radioterapia Volumétrica Modulada em Arco. Dada a evolução da RTE para técnicas cada vez mais conformacionadas, tornou-se fundamental a precisão na verificação do posicionamento do doente antes da realização do tratamento (Otto, 2007).

A introdução de sistemas de radioterapia guiados por imagem (IGRT – *Image-Guided Radiation Therapy*), utilizando Raios-X de kilovoltagem (kV), veio permitir a obtenção de imagens de maior qualidade em tecidos moles, utilizando baixas doses de radiação, aproximando-se à qualidade de imagem de Tomografia Computorizada (TC) de diagnóstico. Estes sistemas integrados em Aceleradores Lineares, permitem adquirir CBCT's (*Cone Beam Computed Tomography*) através de projecções de imagens planares 2D, numa rotação da *gantry* em 360 graus em redor do doente. Estas são posteriormente reconstruídas tridimensionalmente (3D), sendo possível a análise dos desvios *online* com elevada precisão, através do *match* entre a TC de planeamento e do CBCT obtido antes do tratamento ao doente.

A observação crítica destas imagens 3D CBCT requer não só um conhecimento da anatomia do corpo humano, especificamente da anatomia imagiológica pélvica, mas também de treino por parte da equipa de radioterapeutas, de forma a que estas possam ser analisadas, utilizando todas as funcionalidades do sistema de IGRT. O desenvolvimento das aptidões dos radioterapeutas para a verificação, de forma responsável e crítica, dessas imagens 3D deve ser assegurado por equipas multidisciplinares. A realização de cursos, com base na radioterapia guiada por imagem, revela-se fundamental na implementação da qualidade nos procedimentos, através da

formação dos profissionais em áreas como equipamento, tecnologia e especificidade anatómica. O desenvolvimento de competências com vista ao enriquecimento de funções, no caso concreto do radioterapeuta, ao nível da verificação de imagens 3D, terá necessariamente consequências ao nível do desenho e gestão dos fluxos de trabalho, o que implicará também, implementar e gerir mudanças a vários níveis, individual, grupal e organizacional.

1.1. *Objetivos do estudo*

O presente projeto de estudo teve como objetivo genérico o desenvolvimento de um programa de treino para a verificação de imagens volumétricas (3D) de CBCT em CaP, nas fases específicas de tratamento de RTE. Este programa facilitou módulos temáticos, para o treino da equipa de radioterapeutas, nas áreas de formação da anatomia radiológica pélvica, detalhes clínicos da patologia e protocolo de tratamento de RTE, assim como uma revisão dos princípios físicos e tecnológicos do CBCT.

No sentido de validar esse programa de treino, implementou-se uma estratégia de comparação dos desvios obtidos da verificação das imagens de CBCT, pelos radioterapeutas, antes e após a frequência do programa de treino. A avaliação dessa comparação permitiu obter alguma informação relevante para se discutir a eficácia da implementação de um programa de aprendizagem nos moldes praticados, com o propósito de se avaliar a possibilidade dos radioterapeutas poderem vir a dispor de maior autonomia no processo de verificação das imagens volumétricas.

1.2. *Estrutura do projeto*

O atual projeto divide-se numa breve introdução; numa revisão do estado da arte relativa à temática do problema em questão; na metodologia que se pretende implementar relacionada com os objetivos do estudo de investigação; nos resultados obtidos e discussão dos mesmos, assim como nas limitações do estudo e numa conclusão que apresenta algumas perspetivas futuras relativamente à continuação da investigação da temática.

2. Estado da Arte

Com este capítulo pretende-se enquadrar teoricamente e de uma forma genérica a patologia de CaP, assim como a anatomia imagiológica relacionada com a próstata; descrever a modalidade de tratamento de RTE como terapêutica radical e a importância da IGRT com a verificação de imagens volumétricas CBCT. Faz-se referência a esta tecnologia acoplada a um Acelerador Linear (AL), com alguma descrição dos princípios físicos e *hardware* associados. Através duma revisão da literatura acerca da temática de programas de treino para radioterapeutas, analisam-se as competências destes profissionais de saúde e a relevância deste tipo de aprendizagem na gestão da mudança, em particular nos fluxos de trabalho de um Serviço de Radioterapia.

2.1. *Cancro da Próstata*

O Cancro da Próstata (CaP) é o segundo cancro mais comum nos homens, com uma estimativa de diagnóstico mundial de 1,1 milhões em 2012, correspondendo a 15% de todos os cancros diagnosticados. Segundo a *European Association of Urology* (EAU), a incidência de CaP diagnosticados na Europa é superior no Norte e no Oeste do continente (>200 por 100.000 homens/ano). Poderão estar envolvidos no aparecimento do CaP múltiplos fatores, tais como fatores genéticos, fatores ambientais, fatores hormonais e o avançar da idade (Mottet et al., 2017) (Ozyigit & Selek, 2017).

O passo mais desafiador é selecionar o melhor tratamento para os doentes, porque o CaP em si tem uma natureza heterogénea que é comumente observada na clínica. Desde as últimas duas décadas, o estadió T (Tumoral), o PSA (Antigénio Específico da Próstata) e o grau de Gleason são usados para orientação na decisão clínica. Vários outros fatores prognósticos, como a velocidade do PSA, a presença de invasão perineural e invasão vascular linfática, têm sido ainda utilizadas para uma melhor seleção do tratamento (Ozyigit & Selek, 2017).

O sistema de classificação **TNM** (*Tumour Node Metastasis*) é o mais reconhecido mundialmente. Tem como objetivo classificar os tumores quanto à sua extensão local e metastática, baseado num conjunto de classes que, associadas a um determinado envolvimento anatómico, permite chegar a um prognóstico. A tabela 1 representa o sistema de classificação em que **T** corresponde à extensão do tumor primário; **N** à ausência ou

presença e à extensão de metástases em gânglios linfáticos regionais e **M** à ausência ou presença de metástases à distância (Mottet et al., 2017) (Brierley, A., 2016).

Tabela 1 - Classificação TNM para CaP (Brierley, A., 2016)

T – Tumor Primário	
TX	Tumor primário não avaliável
T0	Sem evidência de tumor primário
T1	Tumor clinicamente impercetível, não palpável ou visível através de imagem
T1a	Achado histológico incidental em 5% do tecido ressecado
T1b	Achado histológico incidental em > 5% do tecido ressecado
T1c	Tumor identificado por biópsia (por exemplo, devido ao nível elevado de PSA)
T2	Tumor palpável e confinado à próstata
T2a	Tumor que envolve ½ de um dos lobos
T2b	Tumor que envolve ½ de um dos lobos
T2c	Tumor que envolve ambos os lobos
T3	Tumor que se estende através da cápsula prostática
T3a	Extensão extracapsular (unilateral ou bilateral)
T3b	Invasão tumoral da(s) vesícula(s) seminal(ais)
T4	Tumor fixo ou invasivo das estruturas adjacentes que não as vesículas seminais: esfíncter externo, reto, músculo levantador do ânus e/ou parede pélvica
N – Gânglios Linfáticos Regionais	
NX	Gânglios linfáticos regionais não avaliáveis
N0	Ausência de metástases em gânglios linfáticos regionais
N1	Presença de metástases em gânglios linfáticos regionais
M – Metástases à Distância	
M0	Ausência de metástases à distância
M1	Presença de metástases à distância
M1a	Metastização em gânglios linfáticos não-regionais
M1b	Metastização óssea
M1c	Metastização em outras localizações

Para além do sistema de classificação TNM e para se poderem estratificar os doentes em grupos de risco utilizam-se ainda o grau de Gleason e o PSA.

O sistema de classificação de Gleason descreve padrões histológicos de crescimento tumoral (grau 1-5), sendo que só é considerado tumor se Gleason 3. O grau 3 diz respeito ao padrão de crescimento menos agressivo (bem diferenciado) e o grau 5 ao padrão mais agressivo (pouco diferenciado). Os dois padrões mais comuns são então associados numa pontuação (6-10). O padrão de crescimento mais comum é o mencionado em primeiro lugar, sendo o segundo mais frequente mencionado em segundo lugar, por exemplo, em Gleason 3+4, o grau 3 será o mais frequente. Para ser contabilizado, o padrão (grau) tem de ocupar mais de 5% da amostra da biópsia (Mottet et al., 2017).

Finalmente, e para estratificação em grupos de risco, o PSA é dividido em valores inferiores a 10ng/mL; entre 10 e 20 ng/mL e superiores a 20 ng/mL (Mottet et al., 2017).

Atualmente, os doentes diagnosticados com CaP clinicamente localizado e com indicação para tratamento, têm acesso a várias opções terapêuticas, desde a prostatectomia radical, braquiterapia e radioterapia externa. Em estadios localmente avançados serão necessárias terapêuticas combinadas de hormonoterapia com radioterapia e/ou cirurgia, podendo ainda equacionar-se associações com tratamentos mais agressivos (Ozyigit & Selek, 2017).

2.1.1. ANATOMIA DO SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

A próstata é uma glândula exócrina masculina que apresenta como relações anatómicas anteriores a sínfise púbica, posteriormente o reto, superiormente a bexiga e postero-superiormente as vesículas seminais e os canais deferentes (canais musculares que conduzem os espermatozoides a partir do epidídimo, sendo este último o local onde são armazenados após a sua produção nos testículos). Pesa num homem adulto, aproximadamente 20g e envolve anatomicamente a uretra (canal condutor da urina desde a bexiga até à extremidade do pénis e do sémen desde os testículos até à ejaculação) (Perez, C.A., Chao, K.S.C. e Brady, 2002).

Faz parte do sistema reprodutor masculino, na medida em que é responsável pela produção e armazenamento de um líquido que, juntamente com a secreção das vesículas seminais (VS), na formação do sémen, auxilia na mobilidade dos espermatozoides (Figuras 1 e 2).

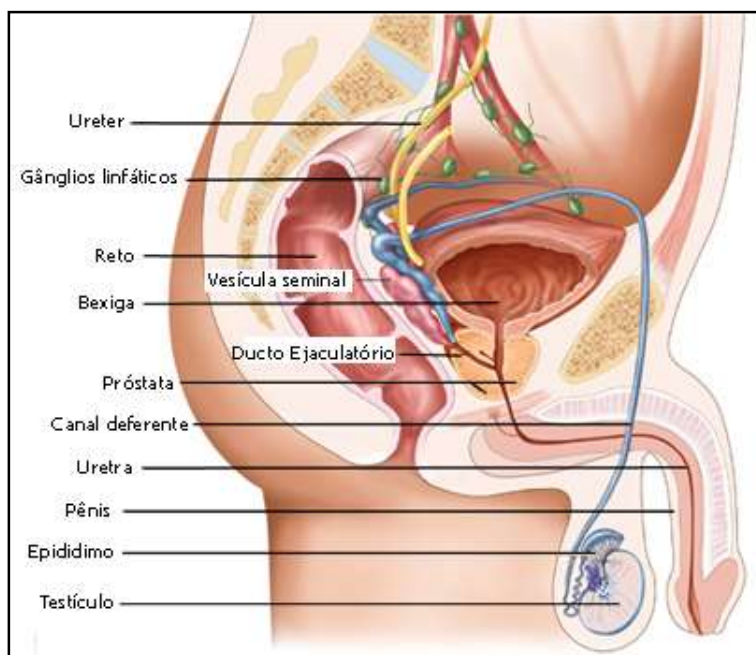


Figura 1 - Representação anatómica do sistema reprodutor masculino (Perez, 2002)

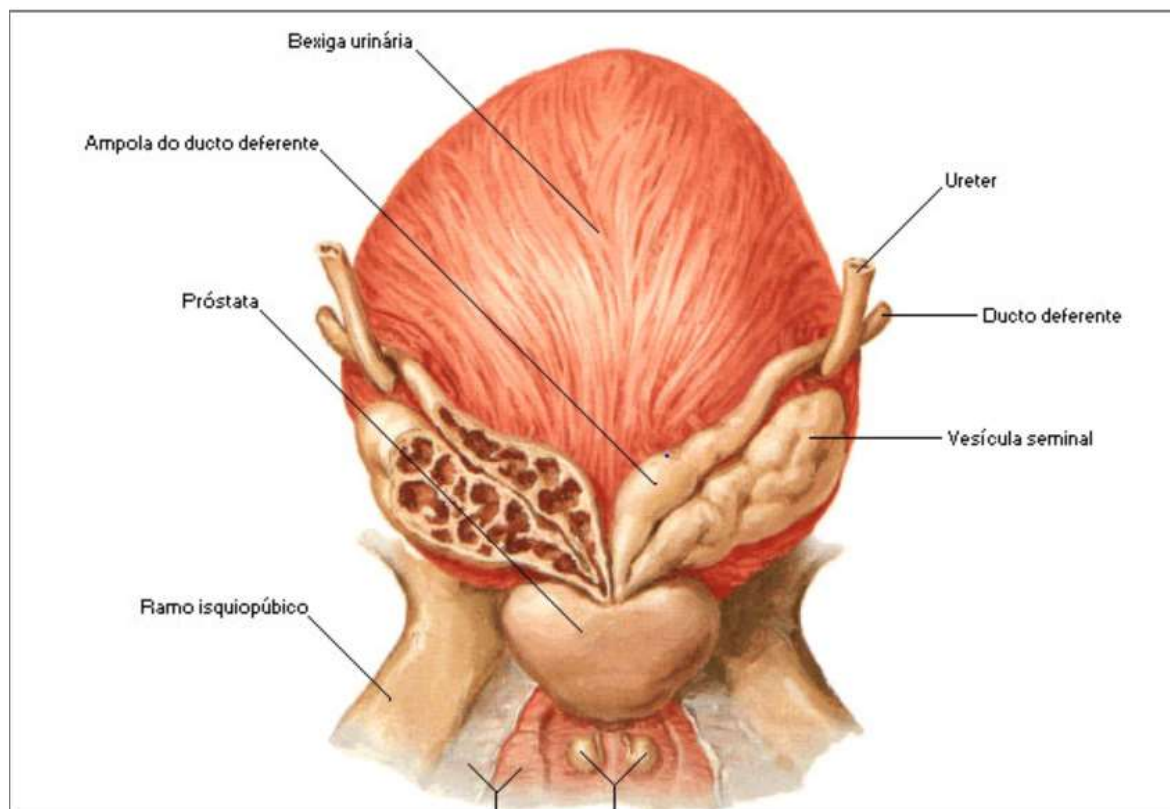


Figura 2 - Vista Anterior da Próstata (Netter, 2000)

No conteúdo proteico do líquido prostático incluem-se as enzimas proteolíticas e o PSA, um antigénio cujo aumento no sangue pode ser um indício de carcinoma da próstata (Perez, C.A., Chao, K.S.C. e Brady, 2002).

A glândula prostática pode ser dividida em 4 zonas morfológicas: zona periférica, que corresponde a 70% da glândula e à localização da origem de mais de 70% dos carcinomas; zona central, com 25% da glândula a envolver os ductos ejaculatórios (canal responsável pela ejaculação do sémen na uretra prostática); zona transicional, com 5% do volume prostático a envolver a uretra proximal e é a principal localização da Hipertrofia Benigna da Próstata (HBP); e a zona fibromuscular anterior, que se localiza na superfície anterior da próstata e apresenta unicamente músculo e tecido fibroso (Perez, C.A., Chao, K.S.C. e Brady, 2002).

A próstata também pode ser dividida em 5 lóbulos histologicamente distintos: anterior, equivalendo aproximadamente a uma parte da zona transicional; posterior, correspondendo aproximadamente à zona periférica; médio, que equivale a uma porção da zona central e 2 laterais, que incluem todas as zonas (Perez, C.A., Chao, K.S.C. e Brady, 2002).

2.1.2. *PERSPETIVA IMAGIOLÓGICA*

Do ponto de vista da radioterapia, a anatomia visualizada em TC dos órgãos masculinos externos não apresenta grande relevância, mas com a prevalência do aparecimento de tumores na próstata, a anatomia pélvica de TC demonstra ser de extrema importância (Bridge & Tipper, 2017).

As próximas figuras fazem referência aos cortes axiais de TC, onde é possível visualizar próstata e vesículas seminais, assim como os órgãos circundantes.

Na Figura 3 estão representadas as VS, estruturas de tecido pouco denso lobulares, que não são fixas. Elas aparentam ser assimétricas, mas tendem a assemelhar-se a um formato *bowtie*. Existe uma fina camada de gordura circundante que ajuda a definir as fronteiras das VS. É útil para avaliar progressão tumoral infiltrativa dos órgãos adjacentes, que pode ser bastante difícil de avaliar em TC (devido às alterações nas unidades de *Hounsfield* (HU)) (Bridge & Tipper, 2017).

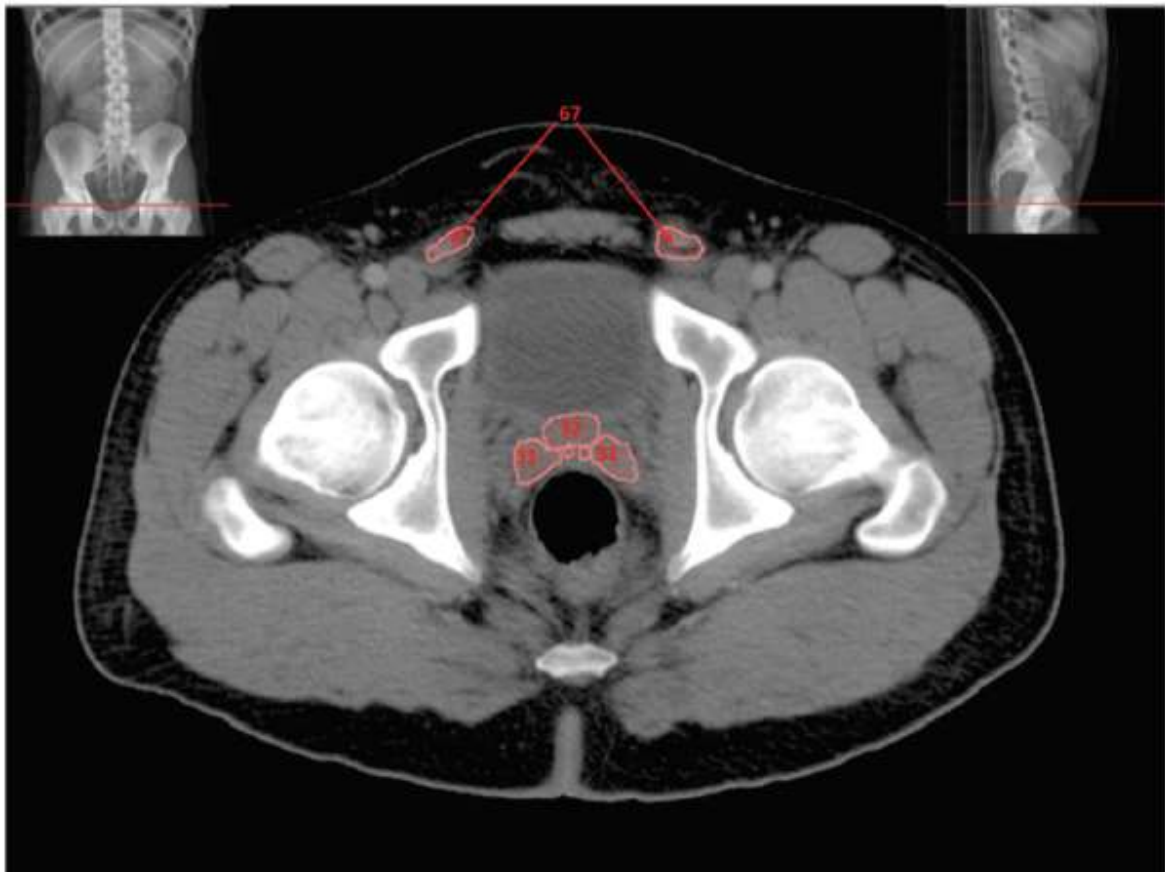


Figura 3 – Visualização de corte axial de TC do par de VS (31) localizadas entre a base da bexiga e o reto (Bridge & Tipper, 2017)

Mais inferiormente, é possível visualizar a glândula prostática (nº32 na Figura 4), situada abaixo do colo da bexiga e ao nível da sínfise púbica, envolvendo a uretra (nº33 na Figura 4). Tem uma forma piramidal, com a base em contacto com a bexiga e o ápex assente nos músculos pélvicos (Bridge & Tipper, 2017).

Em TC, a próstata aparenta ser relativamente homogénea, com uma densidade de tecido mole de aproximadamente 50 HU. A anatomia adjacente à próstata é habitualmente indistinguível e algumas secreções prostáticas podem, por vezes, causar manchas de calcificações dentro da glândula, que ajudam a visualizar melhor a imagem (Bridge & Tipper, 2017).



Figura 4 - Visualização de corte axial de TC da glândula prostática (32) e uretra (33) (Bridge & Tipper, 2017)

2.2. Radioterapia Externa

Quando se consideram as opções de tratamento curativo de CaP prostatectomia *versus* RTE, referem-se como vantagens da RTE, em relação à prostatectomia, o baixo risco de incontinência urinária e de estenose anastomótica, assim como boas possibilidades na preservação da função erétil, pelo menos no imediato. As desvantagens da RTE incluem o facto de os doentes terem de se manter em tratamento cerca de 8 semanas (se fracionamento convencional) e cerca de 50% dos doentes terem sintomas urinários e/o intestinais no decurso do tratamento. Existe também um risco de aparecimento de sintomas rectais resultantes de proctite rádica aguda ou tardia e o risco de disfunção erétil que tende a aumentar ao longo do tempo (National Comprehensive Cancer Network, 2018).

Nas últimas décadas, as técnicas de RTE evoluíram no sentido de serem administradas altas doses de radiação de forma mais segura. Evoluiu-se da Radioterapia Conformacional 3D (3D-CRT), que permite altas doses cumulativas ao volume alvo com baixo risco de

efeitos tardios, para uma técnica de 2ª geração, a IMRT (National Comprehensive Cancer Network, 2018). Esta técnica foi introduzida na prática clínica nos anos 90 e é correntemente a forma de RTE mais utilizada no tratamento de CaP. A opção da IMRT em comparação com a técnica de 3D-CRT está relacionada com o facto de se poder administrar altas doses à próstata, enquanto se poupam os tecidos normais circundantes, reduzindo também o risco de toxicidade gastrointestinal (Geinitz et al., 2015) (National Comprehensive Cancer Network, 2018).

Dado a próstata ser um órgão com mobilidade, e ser nosso propósito debitar-lhe doses elevadas, é vantajosa a sua localização precisa, antes de se realizar o tratamento de RTE. Necessita assim de verificação de imagem diária ou conforme o protocolo de cada instituição. A implementação de técnicas de IGRT contribuíram para o avanço da eficácia da IMRT, no sentido de se poderem realizar tratamentos com maior precisão, sendo viável a redução da margem do volume alvo a tratar, possibilitando um escalamento de dose, sem comprometer os órgãos de risco (National Comprehensive Cancer Network, 2018).

Com a implementação de técnicas de verificação de imagem *online*, o tempo adicional requerido para a aquisição das imagens, a sua verificação e um eventual reposicionamento do doente, fez com que existisse uma necessidade de introdução de uma técnica de irradiação ainda mais avançada. *Otto* apresentou esta técnica no ano de 2008, denominada de Radioterapia Volumétrica Modulada em Arco (VMAT - *Volumetric Modulated Arc Therapy*), em que há uma variação na forma do colimador multifolhas (MLC – *Multileaf Collimator*), taxa de dose e velocidade da *gantry*, simultaneamente, permitindo que o feixe de radiação seja unicamente moldado para aquela área de tratamento específica, enquanto a *gantry* faz uma rotação de 360 graus em redor do doente (Otto, 2007). Esta técnica de VMAT torna-se mais vantajosa, na medida em que os tempos de tratamento são mais curtos, o que é altamente desejável, nomeadamente devido ao movimento dos órgãos intra-fração (Figura 5) (Treutwein, Hipp, Koelbl, & Dobler, 2012).

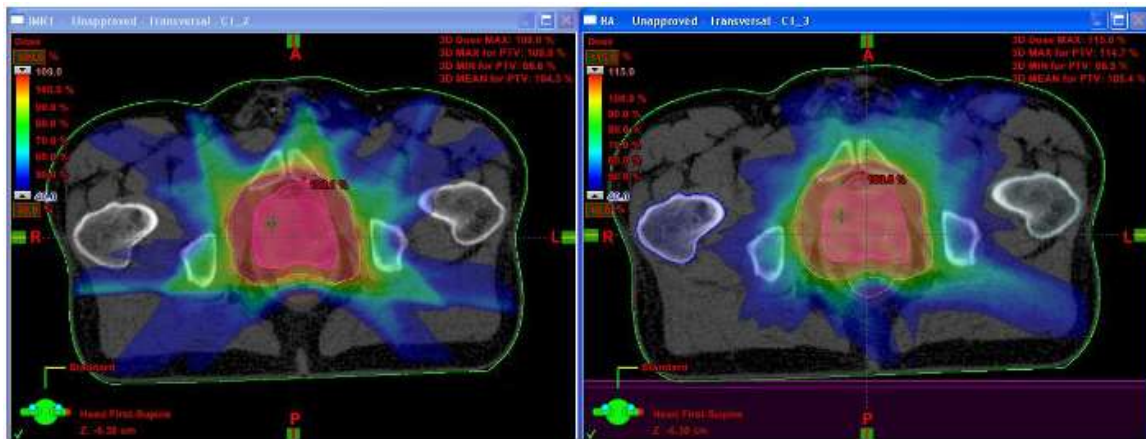


Figura 5 - Comparação de um plano dosimétrico de tratamento com Técnica de IMRT e VMAT em CaP (à esquerda plano de IMRT e à direita plano com VMAT – RapidArc®) [Cortesia Varian Medical Systems]

Relativamente ao CaP localizado, vários estudos indicam que o escalamento de dose de RTE (numa *range* de 74-80Gy) tem bons resultados aos 5 anos no que respeita à sobrevivência livre de falência bioquímica (Mottet et al., 2017). Numa análise ao *National Cancer Data Base* (National Comprehensive Cancer Network, 2018), concluiu-se que um escalamento da dose (75.6-90Gy) poderá ter impacto na sobrevivência global em homens com risco intermédio ou alto de CaP. Tendo em conta todos os dados dos últimos ensaios clínicos realizados e publicados na literatura, a dose convencional de 70Gy, em 35 frações de tratamento, já não é considerada adequada à luz do que é considerado atualmente. Segundo as *guidelines* do *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN), doses de 75.6Gy a 79.2Gy, são consideradas apropriadas para CaP de baixo risco, em tratamentos convencionais (com ou sem irradiação das VS). Para CaP de risco intermédio e alto, os doentes devem ser irradiados com doses na ordem dos 81Gy (National Comprehensive Cancer Network, 2018).

2.2.1. ASPETOS TÉCNICOS DO WORKFLOW EM RADIOTERAPIA EXTERNA

Na última década surgiram avanços significativos nos aspetos técnicos da RTE, nomeadamente na forma em como é identificado o volume alvo a irradiar antes do tratamento, em como é planeado um tratamento de radioterapia e em como é administrada a radiação.

A TC de planeamento é o método imagiológico *standard* para todos os casos radicais e paliativos. Presentemente, a combinação de outras modalidades de imagem, como é o

caso da fusão de PET (Tomografia por Emissão de Positrões) com TC e RM (Ressonância Magnética) com TC, tem adquirido preponderância na definição mais precisa do volume alvo (National Cancer Action Team, 2012).

O planeamento dosimétrico acompanha obrigatoriamente o avanço tecnológico com a introdução de técnicas de IMRT e VMAT, assim como técnicas de estereotaxia (SBRT – *Stereotactic Body Radiotherapy*), permitindo irradiar os tumores com margens mínimas, de forma muito precisa, em poucas frações de tratamento (hipofracionamento). Este tipo de irradiação aumenta o efeito biológico na radioterapia, aumentando as possibilidades de controlo tumoral, minimizando a dose aos tecidos normais (National Cancer Action Team, 2012).

Os tratamentos de RTE são administrados por aceleradores lineares, através de radiação ionizante X de alta intensidade. Tradicionalmente, o doente, aquando da realização da TC de planeamento, é sujeito a uma imobilização rigorosa e à marcação de umas referências na pele, de forma a ser posicionado, respeitando o alinhamento anatómico pré-definido para a patologia, perspetivando a reprodutibilidade nas sessões de tratamento ulteriores.

Para completar e registar a verificação deste posicionamento, é realizado o método de imagem mais adequado para a área de tratamento em questão. Pode ser um método de imagem planar (2D) em que são adquiridas imagens de kV ou MV, onde se visualiza anatomia óssea ou um método de imagem volumétrica (3D), onde é possível ver tecidos moles. O objetivo essencial das técnicas de IGRT associadas ao tratamento de RTE é assegurar que a dose planeada é depositada ao volume alvo de forma precisa (National Cancer Action Team, 2012).

O próximo capítulo descreve a IGRT e a importância que esta técnica tem no alcance de melhores resultados no tratamento do cancro.

2.3. *Radioterapia Guiada por Imagem*

Segundo o *National Radiotherapy Implementation Group Report* do Serviço Nacional de Saúde do Reino Unido (NHS), define-se IGRT como “qualquer tipo de imagem realizada antes ou durante o tratamento que leva a uma ação para melhorar ou verificar a precisão do tratamento de radioterapia”. A IGRT engloba uma ampla gama de técnicas que vão desde simples verificações de alinhamento do campo de tratamento, até à mais complexa verificação de imagem volumétrica, que permite uma visualização direta do volume alvo a

irradiar, da anatomia óssea e dos tecidos moles circundantes (National Cancer Action Team, 2012).

A IGRT tem um papel de extrema importância como parte integrante de um tratamento de RTE, possibilitando aliar o rigor às técnicas de IMRT e VMAT. Estas permitem uma maior conformacionalidade na distribuição da dose e com o escalamento da dose, utilizando margens mais reduzidas no tratamento de RTE em CaP clinicamente localizado, levam a que exista uma necessidade na precisão máxima na localização do volume alvo e órgãos de risco (OAR – *Organs at Risk*) (National Cancer Action Team, 2012).

Existe uma cadeia complexa de eventos desde o planeamento ao tratamento de RTE. Neste processo podem ser geradas discrepâncias, ou erros geométricos, que podem ocorrer quando é definido o volume alvo, criado o plano dosimétrico ou no posicionamento do doente aquando do tratamento. No sentido de minimizar essas discrepâncias existem margens que são adicionadas e delineadas em redor do volume tumoral (National Cancer Action Team, 2012). A Figura 6 representa de uma forma esquemática esses volumes mais comumente utilizados na prática dosimétrica. São eles:

- I. **GTV** (*Gross Tumour Volume*) – o volume tumoral primário;
- II. **CTV** (*Clinical Target Volume*) – inclui o GTV e uma possível doença microscópica;
- III. **PTV** (*Planning Target Volume*) – é o volume delineado para ter em consideração os erros geométricos existentes entre o planeamento e o tratamento.

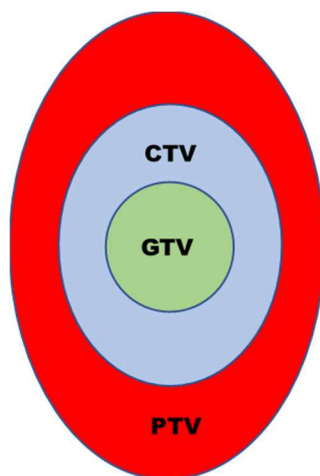


Figura 6 - Esquema standard representativo do GTV (verde), quando é expandido com margem para o CTV (azul), para ter em consideração alguma doença microscópica. O PTV (vermelho) é adicionado para incluir variações de setup, incluindo algum movimento (imagem adaptada de National Cancer Action Team, 2012)

Antes de se realizar o tratamento, é crucial que a equipa de radioterapeutas consiga reproduzir o posicionamento do doente, de acordo com os suportes de imobilização

específicos e as referências marcadas na área a tratar, sendo possível o alinhamento do doente com o sistema de *lasers* instalado na sala do AL. Nessa fase são realizados desvios das marcas de referência para o isocentro do tratamento (National Cancer Action Team, 2012). Tendo em consideração a possível ocorrência de erros de posicionamento, devido à natureza anatómica pélvica “não-rígida” do doente, o uso de estratégias de verificação de imagem (IGRT) tem a capacidade potencial para reduzir esses erros (Bissonnette et al., 2012).

Vários estudos reportam que o uso de IGRT é essencial para diminuir o risco de erro geométrico e minimizar a toxicidade, devido ao movimento do doente e/ou órgãos inter e intra-fração, durante um fracionamento de RTE (Button & Staffurth, 2010). O termo erro geométrico é descrito, segundo referência do *Royal College of Radiologists*, como “a discrepância entre a posição de tratamento atual e a planeada e abrange duas componentes de erros, os sistemáticos e os aleatórios”. O erro é normalmente calculado como um desvio na posição do campo de tratamento, quando a imagem de verificação obtida é comparada com a imagem de referência correspondente (The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, 2008). É determinado relativamente ao isocentro e pode conter informação de desvios translacionais e rotacionais, de acordo com os movimentos mecânicos da mesa de tratamento (Figura 7).

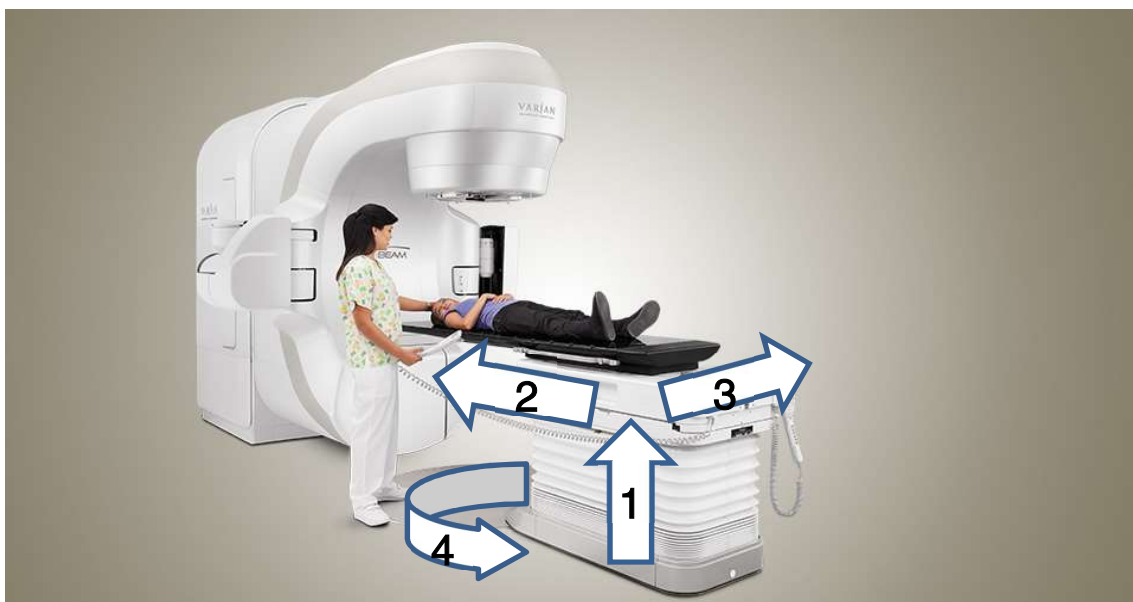


Figura 7 - TrueBeam™ da Varian®. Representação dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento: 1- vertical; 2-longitudinal; 3-lateral e 4-rotação (Imagem adaptada, Fonte: www.varian.com)

Os erros sistemáticos podem ser introduzidos na fase de preparação para o tratamento, como é o caso da localização da área a tratar na TC de planeamento, na delineação dos

volumes e no planeamento dosimétrico. Os erros aleatórios ocorrem na fase do tratamento de RTE e podem ser considerados erros (diários) de posicionamento do doente, influenciados, por exemplo, pelos sistemas de imobilização. Está descrito na literatura que o uso de estratégias de correção *online* na verificação do tratamento, podem ajudar a controlar estes mesmos erros aleatórios (The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, 2008).

Para além da importância do posicionamento do doente, o doente com CaP tem de efetuar uma preparação particular, com atenção ao volume rectal e ao volume da bexiga. Essas condições particulares têm de ser mantidas iguais ou equivalentes à TC de planeamento para a reprodutibilidade do tratamento diariamente. A literatura recomenda que sejam efetuados protocolos institucionais e entregues panfletos informativos aos doentes a explicar essas condições especiais para realizar tratamento de RTE (National Cancer Action Team, 2012).

Segundo as recomendações de vários *Tasks Groups (TG)* da Associação Americana dos Físicos Médicos (AAPM), assim como do NHS, é sugerido que cada instituição estabeleça um protocolo específico de verificação de imagem *online* e/ou *offline* para a verificação de imagens planares e volumétricas em CaP. O *TG-179* da AAPM tece recomendações sobre o cuidado a ter na correção dos desvios obtidos do *match* das imagens de CBCT com a TC de planeamento, com limitações para desvios translacionais (até 1 cm) e rotacionais (até 3 graus), implicando ou não o reposicionamento do doente (Bissonnette et al., 2012).

Segundo o *TG-104* da AAPM, ao serem implementados procedimentos relativos à verificação de imagem na patologia de CaP, é importante que sejam estabelecidas as necessidades de *staff* hospitalar e reunidos grupos específicos com treino particular. Esses grupos devem ser constituídos por uma equipa multidisciplinar, desde radioncologistas, dosimetristas, físicos médicos e radioterapeutas (Yin et al., 2009). Num capítulo posterior serão descritas as competências dos radioterapeutas.

2.4. Tecnologia *Cone Beam Computed Tomography*

A tecnologia CBCT foi desenvolvida na década de 90 e introduzida na prática clínica da RTE no início do ano 2000. Este sistema tanto pode ser utilizado com Megavoltagem (MV), através da radiação ionizante produzida pelo AL ou com um feixe de kilovoltagem (kV), oriundo duma ampola de Raios-X acoplada, num sistema robótico, ao AL. O grande benefício desta técnica de IGRT, em oposição à técnica tradicional de verificação de

imagens 2D, é a visualização volumétrica dos tecidos moles do corpo do doente (Alaei & Spezi, 2015).

Os sistemas mais comuns introduzidos na prática são os de kV-CBCT, em que um tubo de Raios-X e um *Flat Panel Imager* estão montados na *gantry* de um AL, posicionados a 90 graus do feixe de tratamento. No início do tratamento e depois do doente estar devidamente deitado e posicionado na mesa, a *gantry* inicia uma rotação em redor do doente, adquirindo várias projeções de imagens que serão posteriormente reconstruídas dando origem à imagem de CBCT volumétrica (IAEA, 2019).

Os próximos parágrafos descrevem os princípios físicos de operação do sistema de kV-CBCT, assim como os componentes e características desse sistema, acoplado a um AL da *Varian Medical Systems*.

2.4.1. PRINCÍPIOS FÍSICOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE K V-CBCT

a) Produção de Raios-X

Os eletrões que se deslocam do cátodo (filamento) para o ânodo (alvo), convertem parte da sua energia cinética em fotões de Raios-X, através da produção de radiação de *Bremsstrahlung* e de radiação característica.

A radiação de *Bremsstrahlung* é produzida pela desaceleração dos eletrões de alta voltagem no alvo. Quando os eletrões provenientes do filamento embatem no alvo de tungsténio, interagindo com o núcleo do átomo do ânodo, sofrem uma mudança de trajetória e uma desaceleração que se traduz numa perda de energia cinética, que é convertida em fotões de Raios-X (Pedroso de Lima, 1995).

A radiação característica ocorre quando um eletrão incidente interage com as camadas mais internas dos átomos do ânodo, provocando a ejeção de um destes eletrões internos. Para manter o equilíbrio eletrónico, um eletrão de uma das camadas mais externas migra para a lacuna mais interna, libertando assim energia sob a forma de radiação X (Pedroso de Lima, 1995).

O nome deste efeito deve-se ao facto de a energia libertada durante o processo de migração de uma camada externa para uma camada interna, envolver quantidades de energia características para cada elemento (Mahesh, 2013).

Constitui uma pequena parte da radiação emitida pela ampola de Raios-X. A Figura 8 mostra um espectro de Raios-X para um alvo de tungsténio.

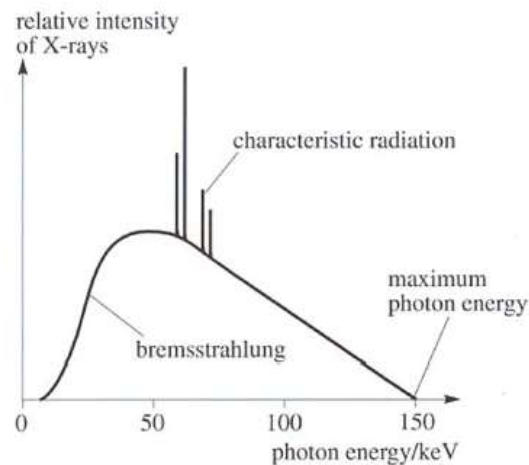


Figura 8 - Espectro de Raios-X produzido por um tubo com alvo de tungsténio (Alaei & Spezi, 2015)

b) Interação dos Raios-X com a matéria

A verificação de imagem efetuada ao doente durante o tratamento de RTE é feita dentro da *range* da kilovoltagem, tipicamente entre os 40 a 140 kV (Varian Medical Systems, 2013). Dentro destas energias, as interações da radiação dominantes com o corpo são o efeito de Compton e o efeito fotoelétrico, como demonstra a Figura 9.

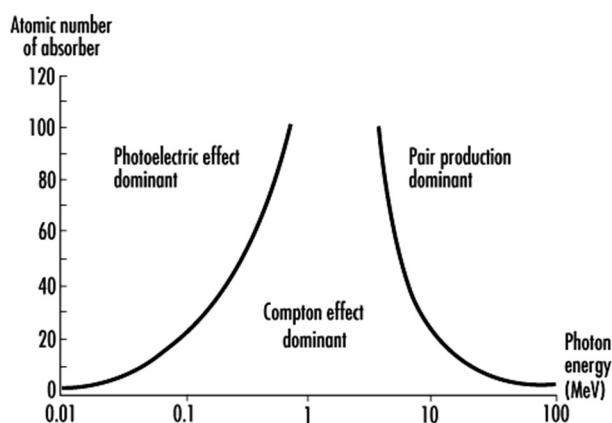


Figura 9 - Esquema demonstrativo da interação dos fótons em função da sua energia e número atómico do material absorvente. Para ranges de imagem kV em radioterapia, os efeitos Compton e fotoelétrico são predominantes, sendo visível o aumento do efeito fotoelétrico com o aumento do número atómico do material (Alaei & Spezi, 2015)

Quando um feixe de Raios-X atravessa determinado material, sofre atenuação devido à interação dos fótons com os átomos do material. Através da Lei de *Lambert-Beer* (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014):

$$I = I_0 e^{-\mu x},$$

pode compreender-se isso mesmo, em que I é a intensidade do fóton transmitido, I_0 é a intensidade inicial do feixe, x é a espessura do material e μ é o coeficiente de atenuação linear do material atravessado. Esta expressão modifica quando um feixe de Raios-X é transmitido através dum paciente, com diferentes tecidos e diferentes coeficientes de atenuação linear. Se o caminho através dos tecidos varia entre 0 e d , então a intensidade de atenuação do feixe, transmitido a uma distância d , pode ser expressa da seguinte forma (Miracle & Mukherji, 2009):

$$I(d) = I_0 e^{-\int \mu(x) dx}$$

Para o CBCT com kV a interação da deposição de dose pode variar, dependendo da energia e do coeficiente de atenuação mássico do material.

Considerando a análise das curvas da Figura 10, pode-se concluir que a ocorrência de efeito *Compton* para o osso e tecido mole, para as energias de Raios-X de diagnóstico, não diferem substancialmente, sendo praticamente iguais. E o efeito fotoelétrico é o mais provável nos tecidos moles para energias menores que 25keV e, nos ossos, para energias menores que 40keV. Para qualquer um dos efeitos a probabilidade de interação diminui com o aumento de energia (Pedroso de Lima, 1995).

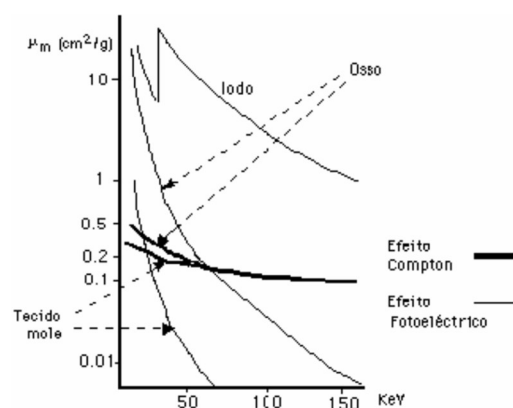


Figura 10 - Probabilidades de interação para o efeito Compton e fotoelétrico para o osso (Z 20) e tecido mole (Z 7,4) (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014)

Basicamente, uma imagem de Raios-X resulta da diferença entre regiões onde fotões foram absorvidos por efeito fotoelétrico em maior ou menor número. Os fotões Compton não contribuem para a formação da imagem, visto não oferecerem informação de posição e contribuírem com fundo cinzento que degrada a imagem. Para se evidenciarem pequenas variações estruturais em tecido mole deve-se usar baixa tensão aceleradora para se obter máxima absorção diferencial (Pedroso de Lima, 1995).

c) Algoritmo de reconstrução

O algoritmo de reconstrução usado em imagens volumétricas de CBCT é o algoritmo de *Feldkamp* (FDK). Este é, essencialmente, uma adaptação 3D do *Filtered Back Projection* (FBP) utilizado nas reconstruções de Tomografia Computorizada *fan-beam* 2D. Neste método, as projeções de *cone beam* são pré-pesadas, filtradas e finalmente retroprojetadas ao longo do mesmo raio geométrico utilizado inicialmente na projeção dianteira (Shepherd, 2014).

2.4.2. COMPONENTES E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE K V – CBCT

O sistema de kilovoltagem XI montado num Acelerador Linear *TrueBeam™ STx* da *Varian®* é constituído por um gerador de Raios-X kV, um tubo de Raios-X kV, um colimador do feixe, filtros e uma câmara de normalização. O sistema está instalado num braço retrátil que contém todo o sistema de alta voltagem e refrigeração para o tubo de Raios-X. Em sentido oposto a 180º, encontra-se acoplado o detetor de imagem – *Flat-Panel Imager* (FPI). Em conjunto, este sistema roda em torno do doente para adquirir imagens de CBCT. O sistema XI montado num Acelerador Linear é representado na Figura 11.



Figura 11 - *TrueBeam™ STx* da *Varian®* com um *XI System*. (Fonte: www.varian.com)

a) Sistema gerador de Raios-X kV

Este sistema é controlado pelo gerador de Raios-X e pelo tubo de Raios-X, como esquematizado na Figura 12.

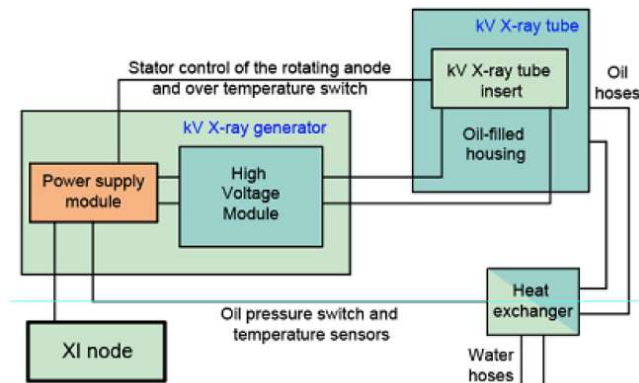


Figura 12 - Sistema gerador de Raios-X kV (Varian Medical Systems, 2013)

O gerador de Raios-X kV fornece energia de alta voltagem (200 kHz, 50 kW, numa *range* de 40 – 140 kV e 10 – 630 mA) ao tubo de Raios-X, controlando a performance do mesmo, como a temperatura e a pressão do óleo, corrente, voltagem do tubo e o tempo de exposição (Varian Medical Systems, 2013).

O tubo de Raios-X localiza-se do lado esquerdo do braço retrátil do XI, controlado pelo gerador que fornece a energia de fótons requerida para o processo. No tubo de Raios-X é aplicada uma diferença de potencial, criando assim um campo elétrico entre o cátodo e o ânodo, fazendo acelerar os eletrões em direção ao alvo. Ao colidir com o alvo é produzida Radiação *Bremsstrahlung* e Raios-X Característicos (Varian Medical Systems, 2013). A Figura 13 esquematiza o tubo de Raios-X GS-1542 utilizado no sistema de imagem.

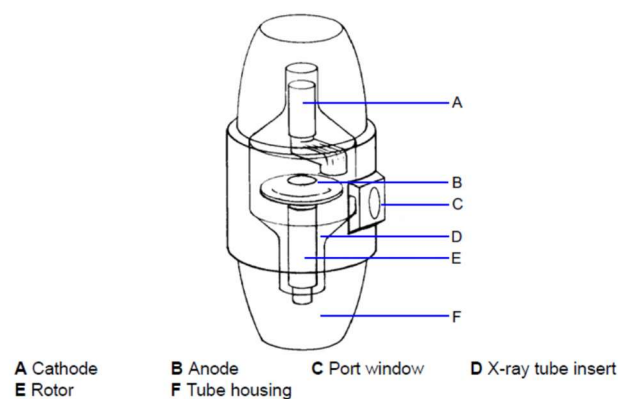


Figura 13 - Tubo de Raios-X GS-1542 (Varian Medical Systems, 2013)

O tubo consiste num cátodo que fornece eletrões a um ânodo rotativo (com 14º de angulação e 133 mm de diâmetro) distanciados 1 a 2 cm, encapsulados em vácuo numa proteção feita de metal e vidro. Esta cápsula do tubo (*tube housing*) protege contra a fuga de radiação e conserva um sistema de refrigeração de óleo e água prevenindo o sobreaquecimento do tubo (Varian Medical Systems, 2013).

b) Colimadores do feixe e filtros

O sistema de kV utiliza uma série de colimadores e filtros para ajustar o tamanho do campo de irradiação e ajuda a modificar o feixe de Raios-X. A Figura 14 esquematiza o sistema de colimação e seus componentes (Varian Medical Systems, 2013).

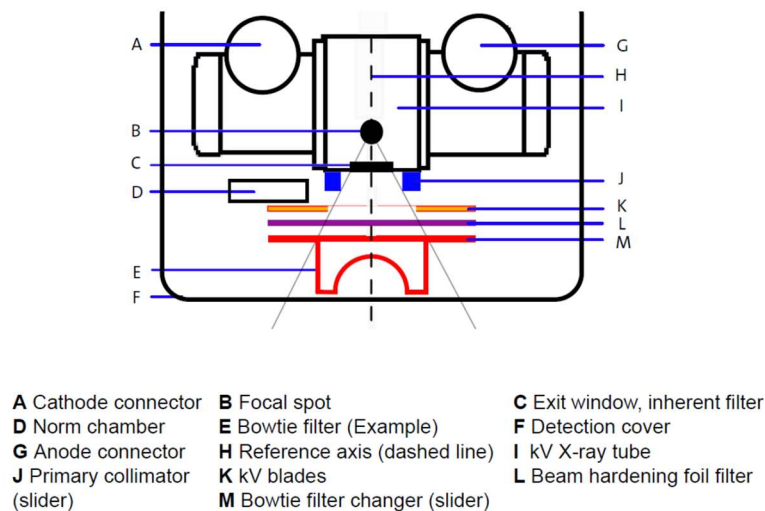


Figura 14 - Sistema de colimadores e filtros (Varian Medical Systems, 2013)

Depois do feixe ser gerado, é primeiramente filtrado na janela de saída (C), removendo à partida os fotões de baixa energia. De seguida, o colimador primário (J), composto por chumbo, limita a dispersão do feixe, restringindo ao limite máximo o tamanho do campo de irradiação do feixe kV. O colimador do feixe (*blades*) ajusta o tamanho do campo e consiste em dois pares de *blades* de chumbo com uma espessura de 3 mm, montadas numa lâmina de aço chamada de *blade deck* (K). Um par de *blades* move-se na direção X e o outro par na direção Y. São movidas por uns motores com velocidade de 35 mm/s. Estas *blades* movem-se independentemente umas das outras, moldando o campo de irradiação do feixe em simétrico ou assimétrico, prevenindo a irradiação desnecessária de áreas do corpo do doente. Este sistema de kV aplica dois tipos de filtros: uma lâmina de 0.89 mm de espessura feita de Titânio, sendo um filtro de endurecimento do feixe (L), que modifica o

espectro de energia do feixe de raios-X, absorvendo os fótons de baixa energia; e os *bowtie filters* (E), que permitem moldar o feixe no sentido de se obter mais qualidade nas imagens de CBCT. Estes últimos têm a vantagem de reduzir a dose à pele do doente, reduzir a dispersão do feixe, resultando numa melhoria na qualidade da imagem e permitir campos de imagem maiores do que a largura máxima do detetor para aquisição de CBCT. São feitos de alumínio e a sua espessura varia dos 2 mm aos 28 mm (Varian Medical Systems, 2013).

Conforme demonstra a Figura 15, existem dois *bowtie filters* – *Full Fan* (B) e *Half-Fan* (A), que são aplicados em diferentes modos de CBCT. Para scans de cabeça usa-se o filtro *Full-Fan* e nas aquisições para o resto do corpo (pélvis, por exemplo), utiliza-se o filtro *Half-Fan* (Varian Medical Systems, 2013).

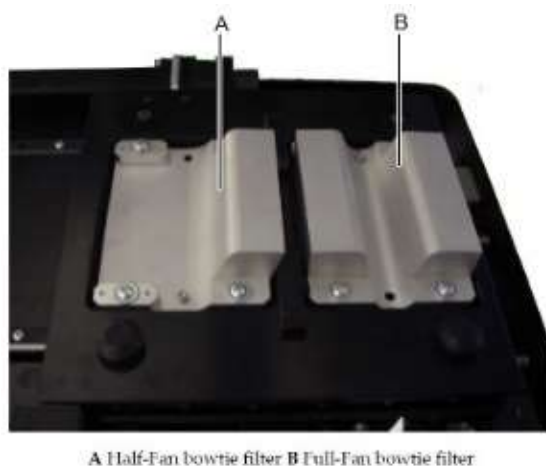


Figura 15 - Bowtie Filters (Varian Medical Systems, 2013)

c) Câmara de Normalização

Está situada a seguir ao colimador primário (D) e mede a saída dos raios-X kV, compensando as flutuações pulso-a-pulso na saída do tubo. É um único fotodíodo que mede a radiação secundária dos Raios-X kV durante o CBCT. Estes valores das flutuações, que são o reflexo do pulso do feixe ao longo da rotação da *gantry* para a aquisição das projeções de imagem do CBCT, são adicionados ao nó do XI para serem transferidas para o reconstrutor. Este normaliza as projeções, melhorando a imagem 3D reconstruída (Varian Medical Systems, 2013).

d) Flat Panel Imager – Detetor de imagem

A obtenção da imagem em tempo real é possível através duma matriz de detetores TFT (*Thin-Film Transistor*) que converte as intensidades dos Raios-X numa leitura elétrica. O modelo de recetor usado no sistema XI é o *Paxscan 4030CB*, com uma área de imagem ativa de 39,7 x 29,8 cm² e uma matriz de 2048 x 1536 pixéis (Varian Medical Systems, 2010).

O detetor consiste em vários elementos individuais organizados numa matriz, de Silício amorfo (*a-Si*), e são necessários para depositar os componentes elétricos e suas conexões. Cada elemento do detetor contém um TFT, um eléctrodo coletor de energia e um condensador de armazenamento, como demonstra a Figura 16 (Varian Medical Systems, 2010).

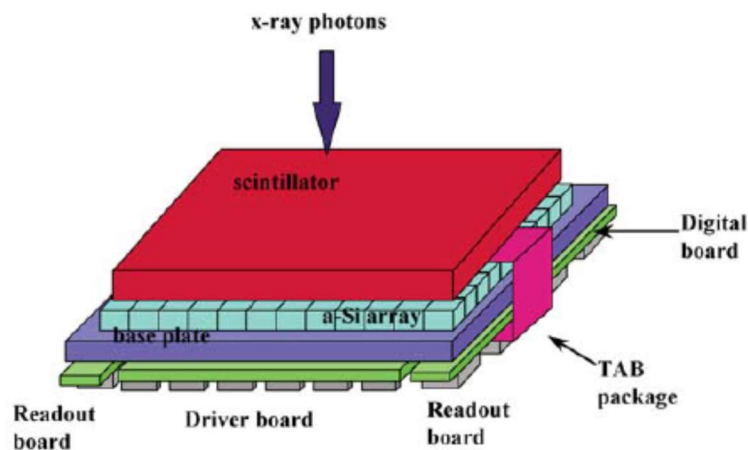


Figura 16 - Esquema de uma matriz de detetores TFT do Flat Panel Imager (Fonte online: www.aerosystems.com.au)

O TFT é um interruptor eletrónico constituído por três conexões: a fonte, *drain and gate lines*. Estas linhas conectam cada detetor ao longo duma fila (Varian Medical Systems, 2010).

Este equipamento incorpora, então, uma larga área de sensores TFT de *a-Si* com um cintilador de Iodeto de Césio (*CsI*) (Figura 17), proporcionando uma conversão indireta na deteção dos Raios-X. O material cintilador é utilizado para produzir fotões visíveis que são depois coletados e convertidos em carga pelo eléctrodo coletor de carga, através do processo fotoelétrico, e armazenado no condensador de armazenamento (Varian Medical Systems, 2010).

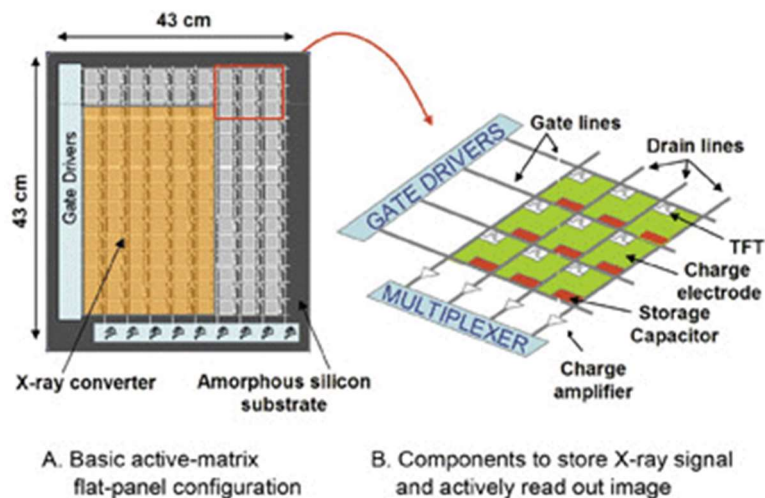


Figura 17 - Configuração interna de um recetor de imagem, constituído pelo cintilador de CsI e pela matriz de *a-Si* (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014)

Durante a irradiação dos TFT o sistema é fechado, permitindo a acumulação da carga em cada condensador. Após a exposição, as *gate lines* de cada fila de detetores são ligadas sequencialmente, sendo possível o fluxo da carga armazenada pelas *drain lines* até ao canal de leitura do amplificador. Este amplifica a carga, converte-a num sinal voltaico, que é digitalizado para produzir uma escala de cinzentos para cada fila de detetores. Este processo é repetido em cada fila para a leitura de toda a matriz (D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, 2014) (Varian Medical Systems, 2010).

2.5. O Radioterapeuta e as suas competências

De acordo com o registo do Perfil Profissional do Radioterapeuta, no domínio das suas competências, inserido no Quadro Nacional de Qualificações, este profissional de saúde tem os conhecimentos, aptidões e competências necessárias para atuar no âmbito de uma equipa multidisciplinar, cujo objetivo fundamental consiste no planeamento e aplicação de terapêuticas através da utilização de radiação ionizante (Associação dos Técnicos de Radioterapia, 2017) (Evans, 2015).

Trata-se de um grupo profissional com responsabilidade na administração e verificação do tratamento, assim como na atuação no processo de simulação, planeamento dosimétrico, controlo e gestão de qualidade assegurando o cumprimento das normas de proteção radiológica vigentes. No contexto da doença oncológica o radioterapeuta tem também a responsabilidade de intervir no acolhimento e cuidados ao doente oncológico, quer nas fases de preparação, durante e pós tratamento. A autonomia e responsabilidade do

radioterapeuta assentam numa prática segura, que requer uma formação baseada em conhecimentos técnicos e científicos, com uma avaliação crítica e contínua de todas as atividades que realiza. Para além disso, o radioterapeuta deve garantir a qualidade dos tratamentos administrados, através de verificações periódicas. É competência deste profissional utilizar métodos e técnicas de verificação de forma a recolher e avaliar as informações clínicas relevantes à definição e implementação de protocolos de verificação (Associação dos Técnicos de Radioterapia, 2017).

As verificações diárias devem incluir um conjunto de procedimentos ordenados:

1. Aquisição das imagens de verificação de acordo com os protocolos do departamento hospitalar;
2. Interpretação e análise crítica das imagens de verificação;
3. *Matching* baseado na anatomia óssea e de tecidos moles;
4. Efetuar as correções necessárias de acordo com o que está protocolado.

Em concordância com as competências descritas, antes da administração do tratamento o radioterapeuta deve verificar os dados obtidos das imagens de verificação bem como a imobilização e a configuração dos campos de tratamento. Para além disso, deverá anotar as diferenças obtidas após a sobreposição das imagens e aplicar as alterações de acordo com o protocolado. Para tal, deve proceder à análise de qualquer modalidade de imagem (2D ou 3D) durante todas as sessões de tratamento (Associação dos Técnicos de Radioterapia, 2017).

A literatura revela poucos estudos de análise de programas de aprendizagem para a verificação das imagens volumétricas de CBCT. Todos os artigos revistos investigam e propõem estes programas para a Radioterapia Adaptativa (ART), considerando ser interessante explorar tipos de *e-Learning* para os radioterapeutas no âmbito desta técnica (Boejen et al., 2015) (Foroudi et al., 2013) (Foroudi et al., 2010) (Gillan, Li, & Harnett, 2013). De qualquer forma, toda a literatura comprova a importância da análise de imagens de CBCT por parte dos radioterapeutas e algumas instituições europeias vão partilhando o seu programa de formação, ao qual os seus técnicos foram sujeitos, para melhoria das suas qualificações. Um exemplo a considerar é o caso de uma instituição na Dinamarca que prevê o esquema de formação para um programa de treino, com objetivos bem traçados desde a verificação de imagem 2D/2D (baseada em anatomia óssea) à verificação 3D de CBCT (Boejen et al., 2015).

Outras instituições partilharam também outros protocolos de ensino, variando entre maior e menor complexidade e duração. Um exemplo de uma formação mais duradoura foi testado num estudo para o desenvolvimento das aptidões dos radioterapeutas na realização da ART para o carcinoma da bexiga. Tendo em conta que esta técnica exige um conhecimento mais aprofundado da anatomia, a instituição desenvolveu um *workshop* para treino das competências do radioterapeuta. Este programa teve a duração de várias semanas e consistiu em 11 horas de formação, sendo 7,5 horas dedicadas a apresentações teóricas e 3,5 horas a treino prático. Este programa teve a colaboração de médicos radiologistas, radioncologistas, dosimetristas e radioterapeutas. Todos os profissionais envolvidos tinham uma experiência profissional mínima de 10 anos (Foroudi et al., 2010).

Relativamente aos anos de experiência profissional, um estudo realizado na Austrália, relacionado com o grau de confiança na análise de imagens em IGRT por parte dos radioterapeutas, concluiu não existir qualquer relação entre os anos de experiência destes profissionais e a eficácia na precisão de verificação de imagens (Rybovic, Halkett, & Williams, 2004).

Segundo o *The Royal College of Radiologists*, está assumido que, em cada instituição, devem existir equipas de verificação de imagem, constituídas por profissionais seniores, sendo eles radioncologistas, radioterapeutas e dosimetristas. Esta equipa deve responsabilizar-se pelo processo de verificação, que inclui uma série de áreas, desde a elaboração de uma estrutura global na preparação e verificação de protocolos e tudo o que daí advém, passando pela implementação de programas de treino, de programas de controlo de qualidade e de auditorias (The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, 2008).

As competências requeridas por um programa de treino envolvem os seguintes itens:

1. Identificação de cada tarefa relativa ao processo de verificação;
2. Determinação do grau de conhecimento e aptidões necessárias para o desempenho de cada tarefa;
3. Alinhamento formal de um programa de treino;
4. Avaliação das competências adquiridas.

Esta entidade recomenda uma frequência obrigatória da formação, com um intervalo de um ano, para a renovação e atualização dos procedimentos e competências (The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, 2008).

2.6. *A gestão da mudança*

Segundo Sartori et al. (2018), a gestão da mudança é uma expressão utilizada para definir o conjunto de atividades, funções e ferramentas (tais como cursos de aprendizagem e treino), com as quais as diferentes organizações têm de lidar aquando da introdução de algo novo que seja relevante para a sua sobrevivência e crescimento. As atividades educacionais implementadas pelas organizações são rotuladas com palavras chave como treino e desenvolvimento, no sentido de aumentar as competências dos trabalhadores e gestores, numa perspetiva de longo prazo e com o objetivo de melhorar o desempenho de cada um deles e da organização em si (Sartori et al., 2018).

2.6.1. *CAUSAS, RESISTÊNCIA E IMPLEMENTAÇÃO DA MUDANÇA*

Num estudo com o objetivo de analisar os fatores mais relevantes para a gestão da mudança no sector da saúde, Carignani (2000) considera que criar condições motivadoras para os recursos humanos numa organização, pode facilitar a aceitação da mudança. Essa motivação pode ser gerada através de um sistema particular baseado em recompensas ou através de elementos como a comunicação eficaz entre os trabalhadores e os gestores, a negociação e contratos de novos recursos (humanos e tecnológicos), visando sempre a partilha de valores organizacionais, em que os profissionais deverão estar envolvidos numa cultura motivadora. Foram analisados vários fatores que podem levar à mudança organizacional, desde interesses económicos globais, passando pela aplicação de regras e protocolos referentes à política da organização, assim como a inovação tecnológica, social e cultural que, no caso particular das instituições de saúde, podem influenciar a dinâmica das equipas. De facto, a inovação tecnológica representa uma das maiores oportunidades para a mudança de métodos e processos de trabalho, no sentido de melhorar a quantidade e a qualidade dos serviços prestados no sector da saúde (Carignani, 2000).

Sendo a mudança a área de atuação que mais atrai e preocupa os gestores contemporâneos, torna-se necessário compreender a raiz do problema das resistências à mudança. Para tal é essencial compreender as **(i) etapas de uma mudança programada**, as **(ii) razões do seu fracasso** e quais as **(iii) estratégias de gestão para mudar comportamentos de resistência** por parte dos profissionais e contornar obstáculos organizacionais (Pina e Cunha et al., 2007) .

Na descrição das **(i) etapas da mudança organizacional programada**, deve-se conduzir à identificação da causa emergente a mudar; constituir uma equipa capaz de trabalhar na mudança; definir as estratégias de aplicabilidade das tarefas; desenvolver o processo e comunicar, passando para a ação no sentido da operacionalização do plano estratégico. Nesta fase é importante ter em atenção as estruturas e sistemas que dificultam a mudança, levando à eliminação dos seus obstáculos. Não menos importante, fazem parte das fases da estratégia da mudança programada, o alcance de ganhos a curto-prazo, a consolidação desses ganhos, com criação de mais mudança, sendo recompensados aqueles que facilitam o seu alcance. Nestes processos, a cultura organizacional deve ser valorizada, preservada e reforçada e os projetos aplicados devem ser atualizados com alguma periodicidade (Pina e Cunha et al., 2007).

Apesar de existirem diversos fatores que concorrem para o fracasso dos programas de mudança organizacional, subsistem dois tipos de obstáculos que podem levar ao **(ii) fracasso no processo de mudança**: os psicológicos e os organizacionais. Os primeiros estão relacionados com a resistência à mudança por parte das pessoas. Podem, por exemplo, incluir uma inércia referente ao processo (tendência para desejar executar as tarefas do modo habitual); uma insegurança e medo de falhar; uma formação deficitária; a pressão dos pares (as reações das pessoas são influenciadas pelas opiniões percecionadas dos colegas de trabalho) e uma descrença em relação à mudança, com a consciência de que em algum momento o processo implementado pode não ser concretizado. Os obstáculos organizacionais referem-se a uma gestão incorreta dos processos de mudança. São exemplos disso as abordagens incompletas dentro da cultura da organização, em que existe falta de integração entre todos os setores, criando-se barreiras à execução eficaz dos planos de mudança; as deficiências de comunicação para a necessidade de mudança, em que os gestores têm um papel fundamental na divulgação da informação com garantias de ganhos e o uso indevido de processos e técnicas de mudança, em que certos tipos de técnicas de intervenção podem criar a ilusão de resolução dos problemas da organização (Javanparast et al., 2018; Pina e Cunha et al., 2007).

Na condução de processos para uma mudança eficaz, as **(iii) estratégias de gestão para mudar comportamentos de resistência**, atravessam três fases: diagnóstico, preparação e implementação. Numa primeira fase há a necessidade de analisar os problemas a resolver com a mudança, as causas prováveis desses problemas e o tempo que há disponível para a execução da mudança. Segue-se a fase em que se introduzem ações preparatórias com a identificação dos possíveis resistentes, razões e o nível de intensidade

dessa resistência; a recolha de informação necessária para a preparação e implementação do processo de mudança e a posição do implementador da mudança em termos de grau de confiança. Na terceira fase, é fundamental selecionar uma estratégia para executar a mudança, tendo em conta certas condicionantes, como o tempo disponível, o grau de empenho dos profissionais envolvidos e o plano de ação necessário. No fim, há que avaliar os resultados e adaptar ações aplicadas a aproveitar oportunidades e/ou vencer ameaças ao processo (Pina e Cunha et al., 2007).

2.6.2. *AQUISIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVAS COMPETÊNCIAS*

No caso particular da imagem médica, o desenvolvimento de competências com vista ao enriquecimento de funções, no caso concreto, do radioterapeuta ao nível da verificação de imagens, terá necessariamente consequências ao nível do desenho e gestão dos fluxos de trabalho, o que implicará também, implementar e gerir mudanças a vários níveis, individual, grupal e organizacional.

A aquisição de novas competências ou renovação das mesmas implica treino e educação. Segundo Hunter (1996), num estudo sobre os diferentes papéis protagonizados pelo profissional na área da saúde, é necessário existir multiplicidade de competências, o que o autor define como *skill mix*, “o equilíbrio entre preparado e não preparado, qualificado e não qualificado e equipa supervisora e operativa dentro duma área específica, assim como entre diferentes grupos profissionais”. As iniciativas de *skill mix* são influenciadas por vários fatores, dentro dos quais se descreve, por exemplo, que as horas de trabalho gastas em certas tarefas por médicos podem ser reduzidas, se essas mesmas tarefas forem delegadas para outros profissionais de saúde (Hunter, 1996).

O autor defende que em áreas hospitalares específicas, como pode ser o caso dum serviço de radioterapia, as iniciativas de *skill mix* e a introdução do treino de competências numa equipa com diferentes profissionais, pode levar a melhores resultados do que o treino convencional, designadamente a ganhos de eficiência de um serviço (Hunter, 1996).

White & Kane (2007) descreveram como o impacto da introdução de novas tecnologias como a IGRT, poderia afetar a organização da prática clínica, modificando responsabilidades e alterando estruturas de equipas e dinâmicas de trabalho. No hospital onde foi realizado o estudo, começaram por observar várias paragens no *workflow* da verificação dos CBCT's. Estas verificações são efetuadas no momento e corrigidas *online* e este procedimento implica que decisões tenham de ser tomadas naquele instante, pois

o doente encontra-se dentro da sala de tratamento, acarretando que o radioncologista tenha de estar presente na unidade de tratamento para a verificação e aprovação do registo de desvios efetuados. Com isto, é exigido a este profissional que realize todas as suas atividades clínicas, desde consultas e marcação de volumes para aquele dia, e que também consiga responder às chamadas dos radioterapeutas para se deslocar à unidade de tratamento. Este processo pode levar a interrupções e paragens no *workflow* diário de um tratamento de RTE. No sentido de se alterar esta dinâmica, e tendo como base vários registos na literatura de que muitos departamentos consideram os radioterapeutas os profissionais mais indicados para a verificação das imagens CBCT, introduziram-se sessões práticas de treino na visualização da anatomia de tecidos moles (White & Kane, 2007).

Interligando conceitos como treino, desenvolvimento e inovação, Sartori et al. (2018) sugerem especificamente que, investir no treino dos profissionais afeta positivamente a capacidade inovadora de uma organização e que, modelos de práticas de aprendizagem conjunta, são mais relevantes para a concretização dos objetivos. Inovar e alterar dinâmicas de gestão de processos organizacionais, implica a criação de ideias geradas por pessoas e influenciadas por conhecimento, competência, autoeficácia, otimismo, esperança e resiliência. Estas características têm igualmente de ser desenvolvidas pelos intervenientes, no sentido de introduzir processos inovadores que conduzirão à mudança (Sartori et al., 2018).

Esta gestão do processo da mudança de práticas pode também, por vezes, causar algum *stress* e ansiedade nos profissionais envolvidos. Num estudo efetuado por Gillan et al. (2010), os diferentes profissionais que constituem uma equipa multidisciplinar em radioterapia (radioncologistas, radioterapeutas e físicos médicos) foram entrevistados para dar o seu testemunho relacionado com os sentimentos que poderiam surgir na introdução de novas tecnologias, como a IGRT. Como resultados, reportaram que os níveis de *stress* podem ser mediados com a implementação de iniciativas educativas interprofissionais baseadas na tecnologia de IGRT (Gillan, Wiljer, Harnett, Briggs, & Catton, 2010).

Claramente, de acordo com a literatura, a implementação de técnicas avançadas em radioterapia e, conseqüentemente, a obrigatoriedade da IGRT com CBCT no reconhecimento de tecidos moles, aumentou a necessidade de formação e treino para os radioterapeutas. Estes profissionais envolvidos no processo devem adquirir, assim, novos conhecimentos e consolidar as aptidões obtidas associadas à visualização de imagens volumétricas. Já a formação por uma equipa multidisciplinar e o conhecimento transmitido

pela mesma trará novas responsabilidades clínicas, exigindo também mudanças na estrutura e nas responsabilidades da equipa (Foroudi et al., 2010).

2.6.3. IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS NO CUIDADO AO DOENTE

No ambiente sectorial da saúde, as partes interessadas para que a estrutura organizacional funcione dividem-se em duas categorias: as internas e as externas. As internas resumem-se aos trabalhadores diretos de uma unidade de saúde e a parte externa refere-se aos doentes. Segundo a literatura, deve ser facultada uma especial consideração a estes interessados externos, com referência a que, sendo os doentes os beneficiários dos serviços que prestam cuidados de saúde, podem mesmo ser vistos como membros de uma ambiente interno, já que a perceção que eles têm do nível de qualidade dos cuidados prestados serve também como índice de avaliação dos profissionais de saúde (Carignani, 2000).

Existindo assim uma crescente inovação tecnológica de técnicas de IGRT e uma necessidade emergente de aprendizagem das capacidades práticas de CBCT, é importante que, no meio hospitalar, sejam estabelecidas regras e distribuídas responsabilidades aos profissionais para o aprovisionamento eficaz do cuidado ao doente. Por isso, devem ser estabelecidos mecanismos estruturais que assegurem o desenvolvimento apropriado de competências dos profissionais para o desempenho de um *workflow* eficaz (Gillan et al., 2013).

Numa revisão sistemática da literatura relacionada com as competências dos radioterapeutas a trabalhar especificamente em acelerador linear na Europa, Couto et al. (2019) concluíram que estes profissionais devem ser treinados segundo elevados padrões, no sentido de garantir a melhor prestação de cuidados de saúde ao doente oncológico. Nas referências revistas, surgiram um total de 170 competências, que foram organizadas em temas, incluindo a “verificação do posicionamento do doente”, com a aquisição e interpretação da imagem e desenvolvimento e revisão de protocolos de verificação; a “multidisciplinariedade da equipa de trabalho”, que deve estar totalmente envolvida na abordagem ao doente; o “poder de decisão e análise crítica”, resultante de qualquer procedimento, com o intuito de melhorar os resultados para o doente; o “cuidado ao doente”, em que o seu acompanhamento no processo do tratamento de radioterapia deve ser assegurado com uma comunicação eficaz, informando-o, por exemplo, das condições

físicas ideais para a realização correta do tratamento (Couto, McFadden, McClure, Bezzina, & Hughes, 2019).

Ao longo dos tempos foi possível estudar o impacto do poder de decisão e análise crítica por parte dos profissionais de saúde, relacionando estes atos com a confiança na execução das tarefas práticas. No estudo de Li et al. (2010), quando os radioterapeutas foram questionados em relação à perceção que tinham da implementação clínica da imagem volumétrica com respeito aos resultados para o doente, alguns responderam em comentário que o uso de CBCT poderia ajudar na precisão do tratamento de radioterapia, podendo levar a um aumento da sobrevida do doente. Outros responderam estar conscientes de que a introdução desta tecnologia pode levar à melhoria dos cuidados de saúde ao doente e à otimização do *workflow* num serviço de radioterapia, mas que esta técnica de IGRT 3D deve ser utilizada com calma pelos radioterapeutas e que é necessário tempo para desenvolver confiança no desempenho deste processo (Li et al., 2010).

A confiança necessária para a prática da aquisição e verificação das imagens volumétricas pode ser consolidada através de programas interprofissionais educativos na área da radioncologia. Alguns estudos demonstram que estas iniciativas educativas melhoram os resultados em saúde para o doente em várias áreas clínicas, tais como os cuidados relacionados com a diabetes; o comportamento das equipas de trabalho dum serviço de urgência e a redução das taxas de erro clínico e o comportamento da equipa de profissionais a operar num bloco cirúrgico (Winter, Ingledew, & Golden, 2019). Numa revisão sistemática da literatura realizada por Winter et al. (2019), concluiu-se que a introdução de programas educativos entre diferentes profissionais associados à área radioncológica melhora a interação entre membros da equipa, proporcionando um *skill mix* vantajoso para a obtenção de resultados positivos para o doente. Ainda assim, os autores assinalam existir poucas publicações relacionadas com estes programas interprofissionais em radioncologia, sendo uma área de estudo emergente. Futuramente, preconiza-se que estas iniciativas devam ser avaliadas para verificar o impacto da sua prática, seguindo o modelo de avaliação de programas de treino de Kirkpatrick (2006). Este autor estabeleceu as bases de um modelo de avaliação da formação, estruturado em quatro níveis:

1. Avaliação das reações dos formandos à ação de formação, por exemplo, o nível de satisfação, qualidade do ambiente formativo, a estratégia pedagógica utilizada (nível1);

2. Avaliação da aprendizagem, com métricas de aumento/alteração de conhecimentos, capacidades e atitudes, comparando o nível de entrada com o de saída da formação (**nível 2**);
3. Avaliação do comportamento, em que se mede a alteração do comportamento do formando no seu posto de trabalho, após a formação, percebendo se aplicou o que aprendeu e se mudou o seu comportamento (**nível 3**);
4. Avaliação dos resultados, com impacto nos cuidados de saúde prestados ao doente, através da alteração da performance dos formandos (**nível 4**).

3. Materiais e Métodos

O objetivo principal deste estudo envolveu o desenvolvimento de módulos temáticos para o treino dos radioterapeutas na verificação de imagens volumétricas 3D CBCT em CaP nas fases de tratamento de RTE de Próstata+VS e Próstata.

No sentido de validar esse programa, foi necessário avaliar a eficácia da implementação do programa de treino, com base na comparação dos desvios observados na verificação das imagens de CBCT pelos radioterapeutas, antes e após o programa de treino. Como valor de referência dos desvios obtidos do *match* de imagens entre a TC de planeamento e o CBCT, tem-se os desvios verificados e aprovados pelo radioncologista, que é o profissional que valida o CBCT para se proceder à realização do tratamento.

Segundo o protocolo institucional do Serviço de Radioterapia do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, E.P.E. (IPOPFG), os doentes de CaP que efetuem tratamento de RTE, nas fases de Próstata+VS e Próstata, têm de realizar CBCT de verificação antes do tratamento. Esta técnica de IGRT é realizada por, pelo menos, três dias consecutivos, no sentido de se obter uma média dos desvios obtidos. No acelerador linear equipado com esta tecnologia, os desvios provêm de um *match* da TC de planeamento com o CBCT e são aplicados *online* e *on-board* (com o doente posicionado na mesa de tratamento no momento). Esses desvios são efetuados em 4 direções, três translacionais (desvio vertical, longitudinal e lateral) e um rotacional (desvio de rotação), relativos aos movimentos mecânicos da mesa de tratamento.

Trata-se de um estudo observacional e retrospectivo, em que os radioterapeutas analisaram imagens de CBCT de doentes com tratamento de RTE concluído à data de início do estudo. O mesmo foi aprovado e autorizado pela Comissão de Ética para a Saúde do IPOPFG (Anexo I).

A componente observacional deste estudo foi dividida em três fases, programadas com a devida antecedência, decorrendo entre novembro de 2018 e março de 2019, tal como demonstra a imagem esquematizada (Figura 18).

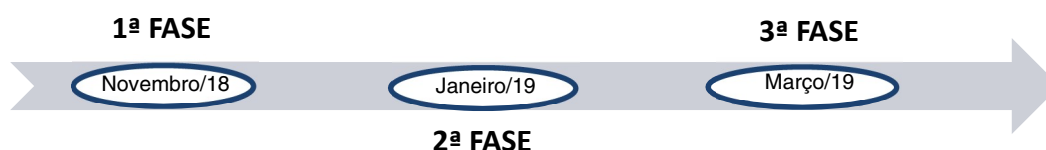


Figura 18 – Esquema cronológico das 3 fases do estudo

3.1. *Programa de treino*

Tendo em consideração toda a revisão da literatura retirada de bases de dados como *ClinicalKey* e *Scopus* (Elsevier), *PubMed* (NCBI) e pesquisa *online* relativa a recomendações de associações mundiais, como a AAPM, ESTRO, NHS e *Royal College of Radiologists*, verificou-se que a existência de programas de treino para os radioterapeutas, na análise de imagens volumétricas 3D CBCT, deverá ser de prática protocolar de todas as instituições que utilizem esta técnica de IGRT.

Foi então delineado conjuntamente com uma equipa multidisciplinar que, segundo a literatura, teria as competências necessárias para desenvolver um esquema programático de treino que englobasse todas as áreas científicas respeitantes ao processo de análise das imagens de CBCT (Foroudi et al., 2010). Os profissionais envolvidos na ministração dos módulos educacionais teriam de possuir mais de 10 anos de experiência, tanto na patologia prostática como no que envolve a técnica de CBCT aplicada (Evans, 2015; Tucker et al., 2017). Por questões logísticas, assumiu-se que o treino modular ficaria dividido somente em 3 dias, contando com um tempo total de 180 minutos, e ministrado num auditório do IPOPFG. Para a facilitação dos módulos teóricos recorreu-se a modelos de apresentação, nomeadamente, do *Microsoft Office - Power Point* (PPT), descritivas dos conteúdos referentes aos módulos temáticos.

3.2. *Seleção dos participantes*

No sentido de solicitar a participação voluntária dos radioterapeutas que exercem funções no Serviço de Radioterapia Externa do IPOPFG, foi-lhes enviado um formulário *online* (plataforma *Google Forms*), com informação detalhada sobre o estudo (Anexo II). Como critério de seleção de inclusão no estudo, os radioterapeutas voluntários deveriam ter experiência em acelerador linear equipado com tecnologia CBCT. Entende-se como experiência, aquela que foi adquirida ao longo do tempo considerado de integração a um radioterapeuta, integrado num *workflow* dedicado ao procedimento técnico da realização de um CBCT. Seguindo esse critério, 52 radioterapeutas foram contactados, via e-mail, para participarem voluntariamente no estudo que decorreu entre novembro de 2018 e março de 2019.

3.3. *Materiais*

Foram selecionados pelo radioncologista facilitador da formação, 10 casos clínicos de doentes que realizaram CBCT, para verificação nas fases de Próstata+VS e Próstata (sem marcadores fiduciais intra prostáticos).

A análise dessas imagens de CBCT foi efetuada no *software Offline Review - ARIA* (versão 13.5.32 da *Varian Medical Systems*), com licença adquirida pelo IPOFG. Os CBCT's dos casos clínicos em estudo foram analisados quer pelos radioterapeutas que se voluntariaram, quer pelo radioncologista formador (para o registo de valores considerados de referência).

Foi assim entregue aos radioterapeutas os seguintes documentos, que se encontram em anexo:

1. Descrição detalhada de todas as fases do estudo com consentimento informado em como todos os dados fornecidos se manteriam anónimos (Anexo III);
2. Questionário para recolha de dados relacionados com a experiência e formação profissional em CBCT (*Secção A*) (Anexo IV);
3. Procedimento para facilitar a análise de imagens CBCT na aplicação *Offline Review* (Anexo V);
4. Tabelas de registo dos desvios provenientes da análise de imagens CBCT (1ª fase e 3ª fase) (Anexo VI);
5. Documento descritivo dos conteúdos e objetivos do programa de treino (Anexo VII);
6. Questionário *online* relacionado com a perceção que os participantes tiveram em relação ao programa de treino (*Secção B*) (Anexo VIII).

A *Secção A* do questionário é composta por três questões fechadas relativas à experiência e formação profissional em CBCT e foi entregue aos participantes iniciais em estudo, impresso em papel (Anexo IV). A *Secção B* é constituída por quatro questões fechadas, em que a perceção e confiança dos radioterapeutas que concluíram a 3ª fase do estudo é avaliada numa escala de *Likert*, assim como uma caixa de comentários livre. Estas questões pretendem perceber o grau de satisfação dos radioterapeutas na integração do programa de treino. Foi difundido *online* através da plataforma *Google Forms* (Anexo VIII).

Como é sugerido na literatura, os questionários foram inicialmente revistos por três radioterapeutas não afetos ao estudo, pertencentes ao Serviço de RTE, e tiveram como base o estudo de Gilham (2000) e Li et al. (2010).

Foi elaborado um procedimento que descreve de forma ilustrada os passos a seguir pelo participante, para proceder à análise das imagens volumétricas, na aplicação *Offline Review – ARIA*, referentes aos casos clínicos em estudo. Esta aplicação permite rever todas as imagens de verificação que são realizadas aquando dos tratamentos de RTE (2D e 3D) e, por não ser muito intuitiva e possuir algumas limitações, foi necessário detalhar todos os passos para que os radioterapeutas pudessem efetuar a verificação dos CBCT's de forma correta (Anexo V).

As tabelas de registo dos desvios observados são compostas pelos quatro graus de liberdade (*4DoF Couch*) da mesa de tratamento: vertical (VRT), longitudinal (LONG), lateral (LAT) e rotacional (RTN), assim como o número de dias pertinentes para a obtenção de um valor resultante da correção permanente do posicionamento (valor resultante da média dos três ou quatro dias). A análise de um quarto dia de CBCT ficou ao critério de cada radioterapeuta. Com o registo de observações diárias (opcional), pretendia-se que os profissionais anotassem alterações anatómicas pertinentes na avaliação das imagens, tais como, por exemplo, a distensibilidade da bexiga e o preenchimento da ampola retal (Anexo VI).

3.4. *Métodos*

Seguindo a ordem cronológica esquematizada na Figura 18, na **primeira fase** foram entregues aos voluntários os documentos dos anexos III, IV, V e VI, em formato papel, e pediu-se que verificassem no *software Offline Review - ARIA*, as imagens relativas aos CBCT's dos 10 casos clínicos, nos três ou quatro dias, conforme o protocolo; que recolhessem os valores obtidos de acordo com os desvios observados e que os registassem em tabelas (Anexo VI), após seguirem os passos do procedimento (Anexo V) e que respondessem à *Secção A* do questionário (Anexo IV).

Na **segunda fase**, os radioterapeutas que concluíram a fase anterior, foram contactados por e-mail para comparecerem no programa de treino, agendado em três dias consecutivos. Foi distribuído aos participantes, em formato digital, o documento (Anexo VII) que continha o resumo dos conteúdos programáticos, assim como os objetivos propostos para o programa de aprendizagem.

Na **terceira fase**, foi solicitado aos participantes que transitaram da fase anterior, que procedessem ao mesmo método de verificação das imagens de CBCT da primeira fase,

com os mesmos 10 casos clínicos. No final foi-lhes enviado via *online* a *Secção B* do questionário para que respondessem (Anexo VIII).

3.5. *Recolha dos dados e análise estatística*

Todos os dados foram recolhidos pelo investigador, após a conclusão da primeira e terceira fase, sendo o tratamento dos mesmos efetuado através do *Microsoft Office – Excel* e do *software Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*, versão 24.0 para Windows.

Registaram-se assim, para cada caso clínico, os valores relativos a somente três dias, nas direções VRT, LONG, LAT e RTN, antes e depois do programa de treino (1ª e 3ª fase). Optou-se pela não inclusão do quarto dia, pois não havia o registo desse dia por todos os participantes. Procedeu-se ao cálculo do Desvio Absoluto Médio (DAM) para cada direção, definido como sendo a média das diferenças (em valor absoluto) entre os valores registados pelos radioterapeutas e os valores de referência do radioncologista. Este procedimento permite compreender como os valores deste conjunto de dados foram distribuídos, ou seja, quanto menor a diferença absoluta, mais próximo do valor de referência se encontra. Para cada radioterapeuta, foi calculada a média dos DAM dos 10 casos clínicos analisados, em cada uma das quatro direções e em cada um dos dois momentos. Foi assim, efetuada uma comparação dos DAM nos dois momentos (antes e depois do programa de treino), usando o Teste T para amostras emparelhadas, visto a dimensão da amostra ser relativamente grande ($n > 30$). Assim, para este teste, foi calculado o valor da diferença DAM antes *vs.* DAM depois, proveniente do comportamento das amostras emparelhadas – **valor p** . Considera-se que as diferenças são significativas quando o valor p é inferior a 0,05 ($p < 0,05$) e a sua significância é tanto maior quanto menor for o seu valor (Hamburg & Young, 1994).

Baseado na literatura de construção e análise de questionários de Gilham (2000), um questionário como instrumento metodológico numa investigação, por si só, pode limitar a relevância dos dados obtidos, mas se combinado com uma pesquisa estruturada com mais dados quantitativos, a introdução de um questionário para apoiar esses dados numa análise descritiva, é considerada válida. Sendo assim, para os resultados qualitativos dos questionários, efetuou-se uma análise descritiva das respostas, com representação em tabelas e gráficos. Para uma análise estatística mais elucidativa, dividiu-se em subgrupos o tempo de experiência do radioterapeuta (menos e mais de 10 anos) e o tempo de experiência com CBCT (menos e mais de 2 anos). Procedeu-se à comparação das distribuições das amostras independentes destes subgrupos (pois possuem um $n < 30$)

com recurso ao Teste *Mann-Whitney*, associado às variáveis DAM antes e DAM depois em todas as direções. Analisou-se também a associação das variáveis das questões “Tempo de experiência como radioterapeuta” e “Nível de confiança na verificação de CBCT’s” com recurso ao teste do Qui-quadrado, baseando-se nas diferenças entre as frequências observadas e as frequências esperadas, testando se as variáveis são independentes (Hamburg & Young, 1994).

Para as respostas à caixa de comentários livre, a análise realizada foi essencialmente de conteúdo, com uma categorização baseada em valores (Bardin, 1977; Gilham, 2000). Como refere Serrano (1994) é interessante “conhecer as realidades concretas nas suas dimensões reais e temporais, o aqui e o agora no seu contexto social”. Deste modo, e dentro deste tipo de metodologia mista, o investigador foi constantemente colocado em contato direto com os participantes, permitindo compreender com algum detalhe o que estes pensavam e como atuavam em determinadas circunstâncias (Serrano, 1994).

4. Resultados e discussão

4.1. Caracterização da amostra

Dos 52 radioterapeutas eleitos para integrarem o estudo, 51 voluntariaram-se para iniciarem a primeira fase. Para a segunda fase, a participarem no Programa de Treino, registaram-se 47 radioterapeutas, reduzindo-se para 41 os profissionais que concluíram as três fases, sendo esta a amostra da população em análise.

A Tabela 2 resume os resultados relativos à Secção A do questionário (Anexo IV), em que se pretendia saber o tempo de experiência que a amostra em estudo tinha a exercer funções como radioterapeuta; a sua experiência com a prática de CBCT assim como o tipo de formação que obteve para a realização de CBCT's.

Tabela 2 - Resultados do questionário (secção A) realizado à experiência e formação profissional dos radioterapeutas

Questões	Categorias				
Tempo de experiência como RTT	< 2 anos	2 - 5 anos	6 - 10 anos	> 10 anos	
Nº de respostas	1 (2,4%)	12 (29,3%)	12 (29,3%)	16 (39%)	
Tempo de experiência com CBCT	Nenhuma	< 3 meses	3 meses - 1 ano	1 - 2 anos	> 2 anos
Nº de respostas	1 (2,4%)	5 (12,2%)	10 (24,4%)	5 (12,2%)	20 (48,8%)
Formação para a realização de CBCT	Estágio Curricular	Integração em AL	Representante da marca <i>in house</i>	Extra (cursos)	Nenhuma
Nº de respostas	6 (14,6%)	33 (80,5%)	6 (14,6%)	3 (7,3%)	6 (14,6%)

RTT – Radiation Therapist; CBCT – Cone Beam Computed Tomography; AL – Acelerador Linear

Numa avaliação generalizada a estes resultados do questionário, inicialmente entregue na primeira fase do estudo, pode-se dividir a amostra, quanto ao tempo de experiência profissional, em radioterapeutas com menos 10 anos de experiência e com mais 10 anos de experiência. Em várias análises referentes ao número de anos estimados para obter experiência sénior, alguns estudos indicam que um profissional adquire uma experiência notável após a execução de determinadas tarefas ao longo de 10 anos de trabalho (Tucker et al., 2017). Conclui-se que mais de metade da amostra (61%) tem menos de 10 anos de experiência, comparativamente com os 39% de radioterapeutas com mais de 10 anos a trabalhar na área profissional. Quando questionados em relação à classificação que fariam quanto à experiência com a técnica de CBCT, uma pessoa referiu não ter qualquer experiência com esta técnica de IGRT, ficando a amostra dividida de igual forma para

menos de 2 anos (48,8%) e mais de 2 anos (48,8%) a trabalhar na aquisição de imagens de CBCT. O investigador do estudo, conjuntamente com um profissional sénior, pré-determinou os intervalos temporais para a experiência com CBCT, tendo em consideração o número de anos em que esta tecnologia de aquisição de imagens volumétricas é praticada no Serviço de Radioterapia do IPOFG.

Considerou-se pertinente perceber que tipo de formação os radioterapeutas tiveram para a realização dos CBCT's, ou seja, desde o conhecimento de todo o *hardware* e *software* do sistema, até à utilização correta desta tecnologia para a aquisição das imagens. Nesta questão era possível selecionar mais do que uma opção. Da análise efetuada depreende-se que 14,6% dos participantes obtiveram formação em estágio clínico curricular e 80,5% dos radioterapeutas obteve formação decorrente da sua integração num acelerador linear com este tipo de tecnologia (proveniente de um radioterapeuta com mais experiência em CBCT). A formação considerada "obrigatória" aquando da instalação dum acelerador linear numa instituição hospitalar, fornecida por um representante da marca *in house* (neste caso, da *Varian Medical Systems*), foi assumida por 6 participantes (14,6% da amostra). Por questões logísticas, este tipo de formação só pode ser ministrada a um número restrito de radioterapeutas selecionados pela coordenação do Serviço de Radioterapia, ficando os mesmos responsáveis por formar os restantes radioterapeutas. A marca também tem como política o aprovisionamento de um *budget* a ser gasto em formação, pelo que na resposta à formação extra, 3 dos inquiridos responderam positivamente. Esta formação proveniente de cursos de entidades como a ESTRO ou até mesmo cursos realizados por entidades hospitalares que sejam centros de referência da marca, são de extrema importância pois os participantes adquirem outra perceção dos métodos de prática relacionados com a tecnologia CBCT e que podem ser úteis no seu local de trabalho (Foroudi et al., 2010). Expectável seria que a resposta "*nenhuma formação*" (6 radioterapeutas, 14,6% da amostra) fosse somente de um participante, o mesmo que respondeu não ter qualquer experiência com CBCT, pois é presumível que qualquer profissional com menos de 3 meses de experiência, tenha tido pelo menos uma integração em acelerador linear, mesmo que informal (ou seja, não estruturada). Num estudo qualitativo relacionado com a introdução de inovação tecnológica em centros de radioterapia, Kane (2007) tentou perceber a perspetiva dos profissionais quanto ao processo educacional a ser implementado nessa mudança. Registou assim, que os profissionais consideravam que o processo de treino mais comum, proporcionado informalmente por *staff* com mais experiência, era insuficiente causando algum *stress* à equipa. Na diferença de 1 para 6

radioterapeutas, pode-se depreender que os 5 inquiridos consideraram ter adquirido um tipo de integração insuficiente a esta tecnologia ou até nenhuma, pelo que se depreende que a prática da aquisição de CBCT's se desenvolveu por observação ao trabalho realizado pela equipa.

4.2. *Programa de Treino*

A segunda fase do estudo envolveu um processo formalizado de treino, ao qual se designou por “Programa de Treino” e encontra-se esquematizado na Tabela 3.

A formação dos módulos temáticos ficou à responsabilidade de quatro profissionais seniores: um Radioncologista (especialista em patologia oncológica da próstata), um Radiologista, um Físico Médico e um Radioterapeuta. Todos estes profissionais exercem funções no IPOFG e possuem experiência profissional na patologia oncológica da próstata. A elaboração das apresentações teóricas¹ ficou à responsabilidade de cada formador e teve como base a teoria descrita na revisão literária (capítulo Estado da Arte), com exceção do módulo ministrado pelo médico Radiologista, que foi essencialmente composto por imagens radiológicas baseada em TC e RM.

Tabela 3 - Esquema do Programa de Treino

	Módulos	Formadores	Tempo (minutos)
Dia 1	Introdução Clínica à Patologia de CaP Anatomia Radiológica Pélvica - TC e RM	Radioncologista/Radiologista	60
Dia 2	Princípios Físicos e Tecnologia CBCT	Físico Médico/Radioterapeuta	60
Dia 3	Tratamento de RTE em CaP	Radioncologista	60

Conforme planeado para esta fase do projeto, o Programa de Treino ficou dividido em três dias, com a duração de uma hora por dia. No primeiro dia foram ministrados dois módulos:

1. “Introdução Clínica à Patologia de CaP”, lecionado por um Radioncologista;

¹ Por pertencerem aos autores, as apresentações PPT não estão anexadas ao documento, ficando na posse dos mesmos.

2. “Anatomia Radiológica Pélvica – TC e RM”, lecionado por um médico Radiologista;

No segundo dia, a apresentação temática dos “Princípios Físicos e Tecnologia CBCT” ficou ao encargo de um Físico Médico e de um Radioterapeuta. No terceiro e último dia, o mesmo Radioncologista do primeiro dia de formação, ministrou o tema “Tratamento de RTE em CaP”.

Em anexo (Anexo VII), encontra-se um documento que descreve a organização dos módulos temáticos, assim como os objetivos dos mesmos para a aplicação de todos os conhecimentos que foram adquiridos e/ou atualizados.

Num questionário em estudo acerca da perceção que os radioterapeutas têm quanto ao acesso apropriado da tecnologia CBCT, Gillan et al. (2013) concluíram que muitos profissionais se queixavam quanto à necessidade de formação para obterem mais conhecimento na análise crítica de imagens volumétricas. Uma das referências prendia-se com a escassez de conhecimento mais aprofundado acerca da anatomia radiológica seccional, com planos de aprendizagem nas componentes de TC. Em outras respostas analisadas, fizeram menção da necessidade de entrar em contato com o radioncologista para obter informação clínica acerca do doente ao qual estavam a realizar tratamento, tal como a existência ou não de gânglios na região pélvica (informação considerada relevante na análise das imagens de CBCT) (Gillan et al., 2013). Noutro estudo relacionado com programas de treino em Radioterapia Adaptativa, Foroudi et al. (2010) referenciou que programas de aprendizagem organizados seriam passíveis de incluir teoria generalizada acerca da tecnologia e controlo de qualidade a ela associada, assim como treino prático com anatomia, reconhecimento de tecido mole em CBCT e instrução de quais os protocolos de ação baseados na clínica. Todos os estudos demonstraram ser fundamental a existência de treino dos profissionais dentro das instituições hospitalares, devido ao avanço emergente da tecnologia. Sendo a IGRT uma técnica integrante do tratamento de RTE, fazendo já parte das boas práticas clínicas para o tratamento do CaP (*NCCN Guidelines*), a ação de perceber de forma confiante como administrar técnicas de aquisição e verificação de imagens volumétricas com a máxima eficácia, torna-se elementar para uma boa gestão do *workflow* dentro de um serviço de radioterapia (National Comprehensive Cancer Network, 2018).

Avaliando toda a revisão literária realizada no âmbito deste tema e em consenso com a equipa de profissionais selecionada para a ministração dos módulos de aprendizagem, chegou-se aos temas finais a serem incluídos no Programa de Treino. Essa sequência de temas, desde a introdução clínica à patologia de CaP, passando pela revisão anatómica

da imagem seccional e pela recapitulação da tecnologia CBCT, até à abordagem dos protocolos de tratamento de RTE, teve o intuito deliberado de oferecer renovação e conhecimento aos radioterapeutas presentes na formação, para apoiar a análise crítica das imagens volumétricas.

4.3. *Comparação de desvios antes e depois do Programa de Treino*

Ao se desenvolver um Programa de Treino para a verificação de imagens 3D CBCT em CaP considerou-se importante verificar a eficácia do mesmo para a sua implementação na prática. Sendo assim analisaram-se os desvios, registados pelos radioterapeutas, antes e após a formação (primeira e terceira fase do estudo) e efetuou-se uma comparação. Intentava-se com este pressuposto compreender se os 41 radioterapeutas, que concluíram as três fases do estudo, apresentavam melhores ou piores resultados na verificação das imagens de CBCT, depois do Programa de Treino. Para tal analisou-se o comportamento da diferença absoluta calculada entre os desvios registados pelos radioterapeutas e os desvios registados pelo radioncologista, considerado valor de referência. Compreenda-se que quanto menor for esse valor médio (DAM), mais próximo do valor de referência se encontra.

Numa análise estatística aos dados obtidos, representou-se na Tabela 4 os valores das médias, desvio padrão (*SD* – *Standard Deviation*) e valor *p* das diferenças para DAM antes vs. DAM depois nas 4 direções dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento (vertical, longitudinal, lateral e rotacional).

Tabela 4 - Representação dos valores médios para DAM antes vs. DAM depois nas 4 direções

	Momento de análise		Diferenças	
	Antes	Depois		
	Média (<i>SD</i>)		Média (<i>SD</i>) ¹	valor <i>p</i>
DAM Vertical	0,18 (0,08)	0,18 (0,07)	0,01 (0,06)	0,456
DAM Longitudinal	0,12 (0,03)	0,11 (0,02)	0,01 (0,03)	0,003
DAM Lateral	0,08 (0,05)	0,08 (0,03)	0,00 (0,04)	0,476
DAM Rotação	0,24 (0,07)	0,23 (0,05)	0,01 (0,08)	0,402

DAM – Desvio Absoluto Médio; SD – Standard Deviation;

¹Teste T para amostras emparelhadas

É possível verificar que não existem diferenças entre os valores médios dos DAM antes e depois para a direção vertical, lateral e rotacional, sendo que na direção longitudinal registou-se uma melhoria no DAM no momento de análise depois. Para tal, pode-se analisar os valores p registados na Tabela 4: para o DAM VRT temos um valor $p > 0,05$ (0,456); para o DAM LONG, um valor $p < 0,05$ (0,003); para o DAM LAT, um valor $p > 0,05$ (0,476) e para o DAM RTN, obteve-se um valor $p > 0,05$ (0,402). Como o valor prova é superior ao nível de significância, nas direções VRT, LAT e RTN, não se rejeitam as hipóteses nulas, não existindo evidências estatísticas, a um nível de significância de 0,05, para afirmar que a média dos desvios registados antes do programa de treino e depois do programa de treino são significativamente diferentes. Na direção LONG o valor prova é inferior ao nível de significância, concluindo-se desta análise existirem diferenças médias significativas entre os dois momentos para esta direção. Na análise aos valores do desvio padrão (*SD – Standard Deviation*) é possível observar uma diminuição desses valores depois do programa de treino, indicando que os valores registados tendem a estar mais próximos da média da amostra, em todas as 4 direções. Com isto, conclui-se que na análise das imagens efetuada após integrarem a formação, os radioterapeutas estão mais de acordo entre eles.

Para uma visualização gráfica da distribuição média dos DAM, na Figura 19 é possível observar uma comparação aos dois momentos da análise das imagens de CBCT (antes e depois do Programa de Treino) para as 4 direções. Nesta observação gráfica, depara-se com vários valores atípicos (*outliers*) registados em todas as direções. A existência de *outliers* pode influenciar a interpretação dos resultados dos testes estatísticos e variam consoante o tamanho da amostra (Hamburg & Young, 1994). Após uma dupla verificação dos dados considerados fora do comum, depreende-se que possam ter sido mal registados, pelos participantes no estudo, nas folhas em papel que lhes foram entregues, ou ocorrido uma falha na interpretação rigorosa do procedimento de análise no *software Offline Review – ARIA*, podendo levar a um registo errado dos valores resultantes dos desvios. Contudo, é possível observar a existência de menos *outliers* após o programa de treino, indicando também que os radioterapeutas que estavam mais em desacordo na primeira fase, efetuaram um registo mais aproximado da média depois da formação.

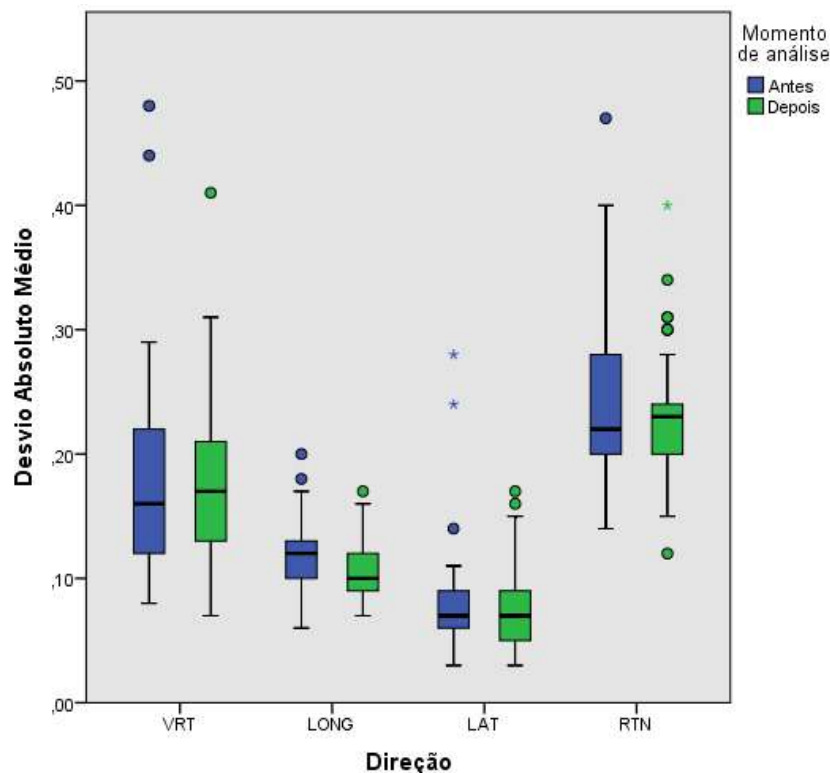


Figura 19 – Representação gráfica da distribuição média dos desvios registados pelos 41 radioterapeutas entre os dois momentos de análise (antes e depois do Programa de Treino), nas 4 direções dos movimentos mecânicos da mesa de tratamento (VRT-vertical; LONG-longitudinal; LAT-lateral e RTN-rotação)

Segundo Gilham (2000) todos os métodos de investigação são passíveis da ocorrência de erros, sendo eles resultantes de *softwares*, de registos em papel ou de respostas a questionários e entrevistas. Existem assim vários fatores/causas que podem levar ao erro, desde a escassez de tempo para a verificação das imagens de CBCT até ao cansaço dos participantes, devido à carga de trabalho (Lohikoski, Roos, & Suominen, 2019). Na primeira e terceira fase, os radioterapeutas tiveram duas semanas para verificarem as imagens volumétricas no *software* específico e exclusivo à rede ARIA instalada nos computadores do Serviço de Radioterapia. Foi observado pelo investigador que os participantes tinham um tempo limitado, no final do seu turno de trabalho, para efetuarem o registo da análise dos 10 casos clínicos, não sendo possível alcançarem esse objetivo todos os dias de uma forma serena. Estão publicados alguns estudos indicativos de que, sendo os radioterapeutas os únicos profissionais que estão em contacto direto com os doentes durante todo o seu tratamento, assistindo a todas as carências psicossociais dos mesmos, podem também sofrer de ansiedade e *stress* (Elsner, Naehrig, Halkett, & Dhillon, 2017). Deduz-se, portanto, que a falta de tempo, o *stress* associado à carga de trabalho e o cansaço podem ter influenciado a ocorrência de falhas nos registos dos valores e/ou na

execução correta do *software*, que já se mencionou anteriormente, não ser de fácil interpretação.

Considerou-se também interessante analisar os dados dos DAM antes e depois do Programa de Treino associados às questões do “Tempo de experiência como radioterapeuta” e do “Tempo de experiência com CBCT”, no sentido de aferir se existiam diferenças significativas entre os subgrupos criados (anos de experiência). A Tabela 5 representa os resultados dos valores médios e desvio padrão (SD), assim como o valor *p* obtido do Teste *Mann-Whitney*. Os subgrupos para análise ficaram divididos entre menos de 10 anos (25 profissionais) de experiência como radioterapeuta e mais de 10 anos (16 profissionais) e entre menos de 2 anos (21 profissionais) de experiência com CBCT e mais de 2 anos (20 profissionais).

Tabela 5 - Associação do tempo de experiência como radioterapeuta e tempo de experiência com CBCT com os DAM antes e os DAM depois do Programa de Treino

		Tempo de experiência como Radioterapeuta		valor <i>p</i> ¹	Tempo de experiência com CBCT		valor <i>p</i> ¹
		<10 anos	>10 anos		<2 anos	>2 anos	
		Média (SD)			Média (SD)		
ANTES do Programa de Treino	DAM Vertical	0,15 (0,04)	0,24 (0,10)	0,001	0,18 (0,08)	0,18 (0,09)	0,794
	DAM Longitudinal	0,11 (0,02)	0,13 (0,04)	0,075	0,12 (0,03)	0,12 (0,03)	0,361
	DAM Lateral	0,07 (0,01)	0,09 (0,07)	0,552	0,08 (0,04)	0,08 (0,05)	0,666
	DAM Rotação	0,24 (0,06)	0,25 (0,09)	0,843	0,24 (0,06)	0,24 (0,08)	0,506
DEPOIS do Programa de Treino	DAM Vertical	0,15 (0,05)	0,21 (0,07)	0,001	0,18 (0,07)	0,18 (0,07)	0,969
	DAM Longitudinal	0,10 (0,02)	0,11 (0,03)	0,483	0,11 (0,02)	0,10 (0,02)	0,676
	DAM Lateral	0,06 (0,02)	0,09 (0,04)	0,032	0,07 (0,03)	0,08 (0,04)	0,620
	DAM Rotação	0,22 (0,05)	0,25 (0,06)	0,112	0,22 (0,05)	0,24 (0,06)	0,774

CBCT – Cone Beam Computed Tomography; SD – Standard Deviation; DAM – Desvio Absoluto Médio

¹ Teste Mann-Whitney

Na análise a esta associação, de uma forma geral, pode-se verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os subgrupos de anos de experiência com a tecnologia de CBCT, nem antes, nem depois do Programa de Treino. Todos os valores p são superiores a um nível de significância de 0,05, como é possível observar na Tabela 5. Nessa mesma Tabela, e na análise relacionada com o tempo de experiência como radioterapeuta, na comparação entre os subgrupos de profissionais com menos de 10 anos e mais de 10 anos (não-seniores e seniores, respetivamente), de uma forma geral, a maioria dos valores p são superiores a 0,05, pressupondo a mesma conclusão, de que não existem diferenças entre estes subgrupos. Mas observando alguns valores representativos de significância (valor $p < 0,05$), tais como o DAM vertical ($p = 0,001$) antes do Programa de Treino, o DAM vertical ($p = 0,001$) e o DAM lateral ($p = 0,032$) depois do Programa de Treino, verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre profissionais não-seniores e seniores na verificação das imagens de CBCT. Contudo, esses valores diferentes não são indicativos de que o tempo de experiência consolidando qualificações como radioterapeuta seja um princípio garantido de que as imagens volumétricas sejam melhor avaliadas. Relembrando que quanto menor for o valor médio dos DAM, mais aproximado estará do valor considerado de referência (o do radioncologista). Tal não acontece, exemplificando que profissionais com menos de 10 anos de experiência têm um valor médio registado no DAM vertical (antes do Programa de Treino) de 0,15 e profissionais seniores têm um registo de 0,24 no seu valor médio, distanciando-se de um menor valor expectável. De qualquer forma, é de salientar que numa comparação entre os valores registados antes e depois da formação observou-se uma ligeira melhoria assinalada no momento de análise após o Programa de Treino, com um DAM vertical de 0,21.

Esta análise mais detalhada dos valores quantitativos dos DAM associada aos tempos de experiência quer como radioterapeuta, quer com a tecnologia de CBCT, pode levantar a questão de que os profissionais com menos tempo de experiência, e que possam ter efetuado o seu estágio curricular há menos tempo, tenham mais presente na memória a anatomia radiológica pélvica e, conseqüentemente, mais facilidade na análise das imagens volumétricas do que os profissionais seniores. Segundo Li et al. (2010), os radioterapeutas que não tenham adquirido conhecimento suficiente em anatomia seccional radiológica, no seu percurso educacional universitário, tendem a encontrar mais dificuldade na informação que as imagens 3D fornecem ou considerar a análise mais desafiadora. Isto pode explicar estas ligeiras diferenças, assim como o facto de o Programa de Treino ministrado ter

oferecido um módulo de imagem seccional radiológica, consolidando ou fornecendo novos conhecimentos nesta área de extrema importância, realçando assim uma ligeira melhoria na análise após a participação dos radioterapeutas, com mais de 10 anos de experiência, na formação.

Outra questão relevante a adicionar a esta análise prende-se com o comportamento dos profissionais aquando da introdução de um programa de treino ou de uma inovação tecnológica e/ou educacional que possa implicar uma mudança na gestão dos processos. Este programa de treino, ao ser introduzido no processo clínico educativo do Serviço de Radioterapia, tem como objetivo a delegação de responsabilidades do radioncologista para o radioterapeuta no procedimento da verificação das imagens volumétricas, tal como o poder de decisão da aplicação dos erros geométricos para a realização do tratamento de radioterapia, promovendo-se sempre uma colaboração multidisciplinar. Segundo algumas revisões bibliográficas focadas na área comportamental da gestão de processos de mudança, é interessante verificar que vários estudos demonstram existir uma resistência à mudança de hábitos já praticados há alguns anos ou a uma tendência para os profissionais continuarem a desejar executar as mesmas tarefas de forma habitual e até a uma descrença de que a mudança possa mesmo acontecer (Pina e Cunha et al., 2007). O investigador, enquanto observador de todo o processo, pôde analisar alguma descrença por parte de alguns profissionais seniores, durante a terceira fase deste estudo. Denotou-se nos participantes um excesso de cansaço e falta de motivação para concluir esta parte do processo. O facto de, à partida, um programa educacional fornecer mais conhecimento para ajudar na análise das imagens de CBCT, pode potenciar uma componente de responsabilidade acrescida para a verificação das imagens volumétricas de uma forma mais crítica. É considerado que o fator pressão e *stress*, enquadrado num processo estruturado que visa a mudança, pode resultar em erro (Lohikoski et al., 2019). Os valores menos positivos registados pelos profissionais seniores podem ser derivados dessas questões comportamentais.

Todavia, nem sempre uma cultura de valor para a obtenção de mais conhecimento, com implementação de programas educacionais, motiva de forma suficiente os profissionais de uma organização. Num estudo de Carignani (2000), a autora salientou que os hábitos diários de um profissional e o seu tipo de comportamento podem induzir a equipa a não prestar atenção suficiente às oportunidades que lhe são oferecidas perante uma mudança derivada da inovação tecnológica, ou simplesmente duma mudança de padrões. Daí se expor que a experiência e as competências individuais de cada radioterapeuta poderão

não ser suficientes para um ambiente organizacional com uma cultura de valores potenciadores de mudança. Estas podem ser treinadas no âmbito de um ambiente educacional de *skill mix*, mas a atitude de cada indivíduo é mais dificilmente treinada de uma forma específica. Essa característica pessoal é fulcral para a aposta na mudança e promove oportunidades de sucesso dentro de uma organização.

Analisando os dados quantitativos e consolidando a análise da Tabela 4, em que se verificam as diferenças entre o DAM antes *vs.* DAM depois do Programa de Treino e a observação geral aos valores da Tabela 5, principalmente relacionado com o tempo de experiência com a tecnologia de CBCT, pode-se prever que a introdução de um Programa de Treino não tem influência direta na verificação das imagens volumétricas. Recorrendo ao estudo de Rybovic et al. (2004), deduz-se que a experiência que o radioterapeuta adquire diariamente no seu *workflow* com a prática clínica com CBCT, poderá ser suficiente e explicar os valores obtidos, resultando no facto de um programa formal educacional não trazer uma vantagem acrescida, quando introduzido num ambiente organizacional constituído por uma equipa já com bastante experiência prática com essa tecnologia. De qualquer forma o poder de decisão e a análise crítica, aquando da verificação de um CBCT, são competências de extrema importância para que sejam cumpridos certos níveis de ação para que a finalidade do tratamento ao doente se cumpra.

4.3.1. *OBSERVAÇÕES À ANÁLISE DOS CASOS CLÍNICOS*

Como está representado no Anexo VI, os radioterapeutas, para além de registarem os valores resultantes do *match* das imagens do CBCT com a TC de planeamento, poderiam também registar as observações que considerassem pertinentes para o caso clínico em análise. Na prática diária quando se realiza um CBCT e se visualiza a imagem volumétrica, comparativamente com a TC de referência, os radioterapeutas têm de exercer a capacidade de reconhecer se existem diferenças anatómicas nos tecidos moles, tal como verificar na imagem o preenchimento da ampola retal, a distensibilidade da bexiga e a consequente posição dos órgãos de risco em relação ao PTV.

Os participantes registaram observações como: o doente tem “bexiga cheia” ou “bexiga vazia”; tem o “reto distendido”; que o doente deve sair da mesa de tratamento para “fazer um clister” ou “encher mais a bexiga”; que o doente deve ser “reposicionado”; que deve “repetir TC de planeamento”; que deve “repetir CBCT no dia seguinte” ou que “realiza CBCT diariamente”. Este tipo de observações que foram registadas por praticamente todos

os radioterapeutas, demonstra a preocupação que estes profissionais têm em saber identificar as condições físicas ideais para a realização do tratamento de radioterapia. Com a identificação desses aspetos e perceção das condições de posicionamento, saber agir perante cada cenário específico é um dos níveis de ação aconselhados para uma tomada de decisão eficaz (Li et al., 2010). Considerando o facto de o doente estar posicionado na mesa de tratamento, no momento de análise da imagem volumétrica, torna-se importante que, de uma forma crítica, o radioterapeuta possa tomar uma decisão rápida para a aplicação dos desvios resultantes do *match* do CBCT com a TC de planeamento (Cox & Jimenez, 2009).

4.4. *Perceção dos radioterapeutas em relação ao Programa de Treino*

A *Secção B* do questionário foi desenvolvida no sentido de adicionar mais informação ao estudo. Considerou-se pertinente perceber a opinião dos radioterapeutas em relação ao programa de treino que integraram. Nas quatro questões fechadas ao questionário, a opinião foi medida numa escala de *Likert* de 5 respostas (“Concordo plenamente”, “Concordo”, “Não concordo, nem discordo”, “Discordo” e “Discordo totalmente” e de “Muito satisfeito” a “Muito Insatisfeito”). A Tabela 6 descreve os resultados obtidos para as três primeiras respostas da escala. As duas restantes (“Discordo”, “Discordo plenamente”, “Insatisfeito” e “Muito insatisfeito”) não foram seleccionadas por nenhum participante.

Tabela 6 - Resultados do questionário (secção B) realizado à perceção dos radioterapeutas quanto ao Programa de Treino

Questões	Respostas		
	Concordo plenamente	Concordo	Não concordo, nem discordo
As sessões modulares foram bem organizadas	30 (73,2%)	11 (26,8%)	
As sessões modulares corresponderam às expectativas	22 (53,7%)	15 (36,6%)	4 (9,8%)
Após o PT, sente mais confiança na verificação de CBCT	12 (29,3%)	23 (56,1%)	6 (14,6%)
	Muito satisfeito	Satisfeito	Nem satisfeito, nem insatisfeito
Qual o nível de satisfação com o programa de treino	24 (58,5%)	16 (39%)	1 (2,4%)

PT – Programa de Treino; CBCT – Cone Beam Computed Tomography

As questões “As sessões modulares do Programa de Treino foram bem organizadas?” e “As sessões modulares do Programa de Treino corresponderam às suas expectativas?”

foram elaboradas no sentido de dar algum *feedback* ao investigador e à equipa formadora do Programa de Treino acerca da opinião dos participantes em relação à organização dos módulos temáticos. Para a primeira questão registou-se cerca de 73,2% das respostas na escala “Concordo plenamente” e 26,8% em “Concordo”, sendo um número bastante positivo. Na segunda questão, as respostas ficaram divididas pelas três escalas. As maiores percentagens 53,7% e 36,6% ficaram distribuídas por “Concordo plenamente” e “Concordo”, respetivamente. Cerca de 9,8% respondeu “Não concordo, nem discordo”. Não sendo de todo uma análise negativa, mas satisfatória, depreende-se que o facto de o Programa de Treino ter sido ministrado em somente três dias, com uma hora por dia, pode não ter sido suficiente para desenvolver mais a matéria temática em cada módulo. Em certas situações, quando não se corresponde totalmente às expectativas, neste caso dos radioterapeutas, podem surgir obstáculos organizacionais levando ao fracasso do processo. Tal como descrito por Pina e Cunha et al. (2007), depois de uma etapa programada e estruturada de mudança, podem surgir abordagens incompletas dos programas e deficiências na comunicação entre os profissionais. Também Foroudi et al. (2009) fazem referência ao facto de programas educacionais curtos não serem vantajosos para uma implementação de competências a longo prazo, tendo de ser repetidos com frequência.

As questões “Após a conclusão do Programa de Treino, sente mais confiança na verificação das imagens de CBCT?” e “De uma forma geral, qual é o seu nível de satisfação com o Programa de Treino que integrou?” foram pensadas para se perceber o nível de satisfação e essencialmente o grau de confiança na análise das imagens após o programa formativo. Em relação ao nível de satisfação percebe-se que, numa escala de 5 respostas de “Muito satisfeito” a “Muito insatisfeito”, a maioria (58,5%) considera ter um nível de satisfação alto em relação ao Programa de Treino. Na análise observada às respostas ao nível de confiança adquirido após a formação, para a análise das imagens volumétricas, 29,3% concorda plenamente, 56,1% concorda e 14,6% dos participantes não concorda, nem discorda.

De todas as respostas às perguntas desta secção do questionário, esta questão do nível de confiança foi a que, mesmo não obtendo respostas negativas (“Discordo” e “Discordo totalmente”), teve a sua avaliação mais dividida, pelo que poderá indiciar alguns níveis de incerteza para a verificação dos CBCT’s ou para o que os profissionais consideram ser os níveis de ação pretendidos para a prática clínica, a retirar do Programa de Treino ministrado. Está assumido em estudo que as incertezas relacionadas com alterações na

estrutura ou no desenho das organizações, como a introdução de uma nova tecnologia ou o desenvolvimento de programas educacionais que proporcionem mudanças nas responsabilidades inerentes às competências dos profissionais, podem causar insegurança na assunção dessas aptidões (Hobman, Callan, Bordia, Jones, & Gallois, 2004).

Para se tentar perceber se existe uma associação entre o nível de confiança na verificação de imagens de CBCT, após o Programa de Treino, e o tempo de experiência dos radioterapeutas, procedeu-se ao Teste do Qui-quadrado da independência, resultando num valor $p = 0,804$, muito superior a um nível de significância de 0,05, evidenciando não existir uma associação entre o nível de confiança e o tempo de experiência na execução de funções como radioterapeuta. O gráfico da Figura 20 é representativo dessa relação, com evidência da percentagem de radioterapeutas contemplados nas barras gráficas.

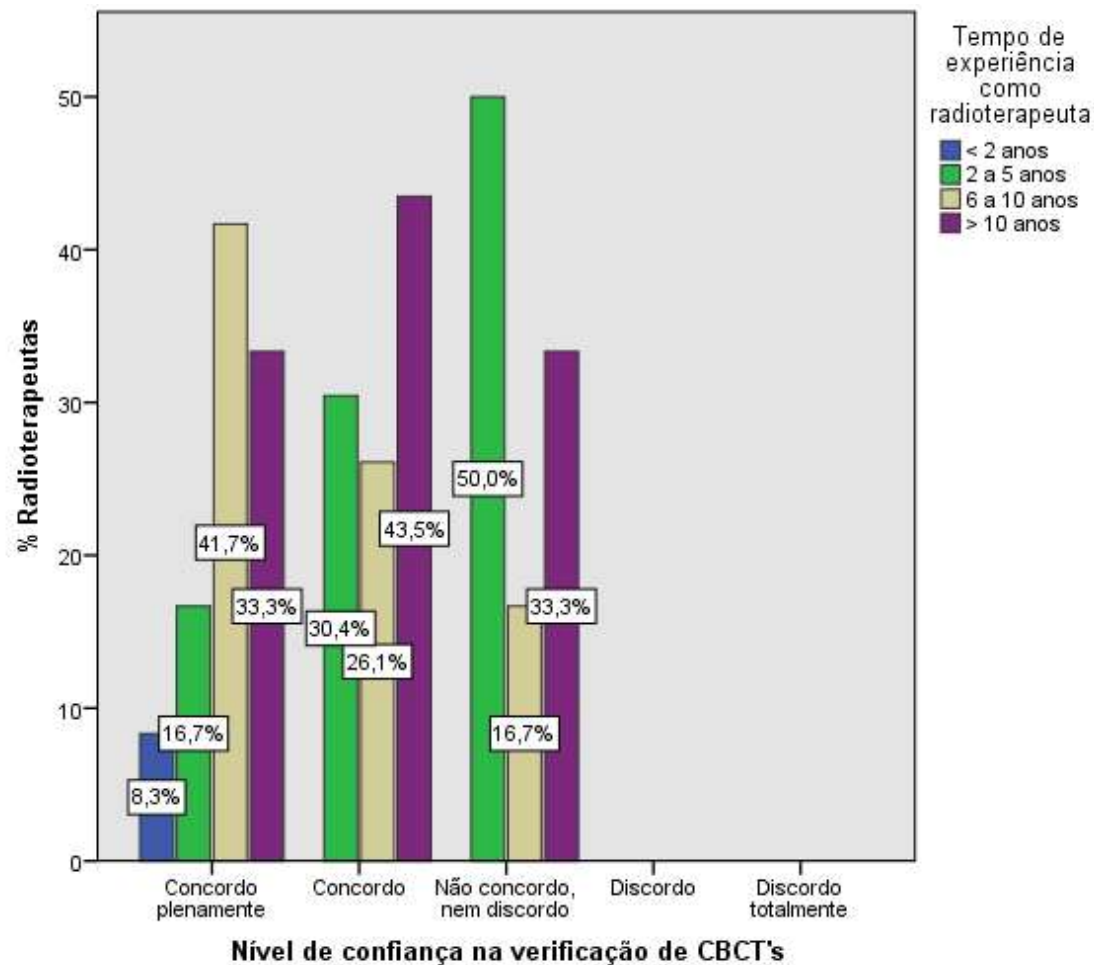


Figura 20 – Associação entre o nível de confiança na verificação de imagens de CBCT, após o Programa de Treino, e o tempo de experiência como radioterapeuta (Pearson Chi-Square Test: valor $p = 0,804$)

Apesar destas variáveis não evidenciarem uma associação estatisticamente significativa, demonstrando serem independentes, de uma forma observacional verifica-se que muitos profissionais seniores selecionaram a opção “Concordo” (43,5%) e “Não concordo, nem discordo” (33,3%) em detrimento de “Concordo plenamente” (33,3%), indo ao encontro do que já foi discutido anteriormente. Os profissionais com mais de 10 anos de experiência têm o conhecimento clínico mais desenvolvido, mas têm menos presente a prática da anatomia seccional radiológica, podendo sentir menos confiança na análise das imagens. O que também leva a deduzir que os módulos temáticos do Programa de Treino podem ter sido insuficientes para o aumento de níveis de confiança e, consequentemente, da iniciativa para a tomada de decisão na análise crítica dos CBCT's.

4.4.1. *ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS RESPOSTAS À CAIXA DE COMENTÁRIOS LIVRE*

Na análise de conteúdo a realizar à caixa de comentários livre (resposta aberta), para os profissionais envolvidos exporem a sua opinião em relação ao Programa de Treino que integraram, categorizar é uma tarefa que implica capturar teorias de experiências pessoais e profissionais, com alguma envolvente psicológica. Segundo a literatura, é fundamental ser criterioso e consciente na interpretação das respostas, de forma a poder classificá-las segundo critérios que explicitem de forma clara os indicadores que permitem a inferência. Existe a possibilidade de repartir as repostas de uma forma geral para o particular, determinando-se em primeiro lugar as rubricas de classificação e tentar ordenar o todo. Ou, de uma forma inversa, partindo de elementos particulares, reagrupá-los por aproximação de elementos contíguos para, no final, atribuir um título à categoria, tal como foi organizado neste projeto (Bardin, 1977).

Neste estudo, obtiveram-se 13 respostas na caixa de comentários livre, em que a análise das mesmas para a sua classificação, teve uma interpretação baseada em conselhos, sugestões e pedidos.

Efetuuou-se, assim, uma categorização das respostas à caixa de comentários livre:

1. Vertente prática (*hands-on*): 4 radioterapeutas (**valores práticos** : *de trabalho*)
2. Protocolo institucional de visualização: 2 radioterapeutas (**valores práticos** : *de trabalho e cognitivos*: *de conhecimento*)
3. Implementação, extensão do programa e repetição periódica: 4 radioterapeutas (**análise de objetivos racionais** : *intenções com solução de problemas concretos*)
4. “Iniciativa produtiva”: 3 radioterapeutas (**valores diversos** : *valor em geral*)

As observações críticas ao Programa de Treino incidiram maioritariamente em **valores práticos** do processo, tal como a existência duma vertente prática para complementar o programa de formação, assim como uma exposição mais detalhada do protocolo institucional de visualização das imagens 3D CBCT. Nestas respostas, os profissionais explanaram as suas ideias e preocupações, escrevendo necessitarem de uma “vertente prática para esclarecimentos de possíveis dúvidas” e da existência de uma “sessão de debate com um conjunto de casos mais controversos com exemplos práticos”. Também sugeriram a “constituição de grupos de 3 a 4 radioterapeutas para ser mais intimista a análise das imagens”.

No que concerne a **valores práticos e cognitivos**, de obtenção de mais conhecimento, um participante referiu a importância do protocolo de visualização, assumindo que “para os

Radioterapeutas seria pertinente realizar um protocolo de visualização, nomeadamente para os casos em que os doentes são de alto risco onde alguns aspetos da anatomia do doente, por exemplo inclusão das vesículas é um fator crítico e crucial que não deve ser descurado com o enchimento da ampola retal ou outro fator”. Outro referiu que “deveria ter sido abordado o comprometimento de certas estruturas em detrimento de outras na verificação e *matching* das imagens”.

Analisando racionalmente as intenções que os radioterapeutas depositaram no momento após concluírem este processo de formação, o desejo da implementação deste Programa de Treino e o da obtenção de autonomia na verificação das imagens de CBCT foi concludente para perceber que o propósito deste tipo de programas de formação é fundamental para uma eficaz gestão organizacional, elevando o fator motivacional dos profissionais. Referiram esperar “treinar ainda mais e que [o programa de treino] dê alguma autonomia nesta área a nível do serviço”, com referência a que “este programa de treino deveria ser implementado no serviço e em todos os serviços de radioterapia que usem as imagens de CBCT diariamente”, com “repetição periódica para reciclagem e alargado a outras patologias”, podendo mesmo “ser prolongado por mais uns dois/três dias, colocando como programa de treino avançado”.

A respeito dos **valores em geral** foi referido que o Programa de Treino foi uma “iniciativa produtiva para todos envolvidos”, felicitando todos os envolvidos no processo de ministração da formação pelo “desempenho e dedicação”.

Estes comentários dos radioterapeutas na apreciação ao Programa de Treino são indicativos de que este esquema de formação pode ter sido insuficiente para uma valorização prática da aprendizagem. Foi comentado que uma vertente prática, com exemplos concretos e esclarecimentos de dúvidas seria importante integrar no Programa de Treino. Estas considerações corroboram o modelo de Kirkpatrick (2006), em que existe uma necessidade de avaliação em todos os seus 4 níveis. Neste estudo, o nível básico do modelo de Kirkpatrick (nível 1) foi atingido, já que se questionou o nível de satisfação em relação às expectativas de aprendizagem e satisfação geral, obtendo-se resultados bastante satisfatórios (Tabela 6). Todavia, e para um Programa de Treino produzir um verdadeiro impacto ao nível do ambiente educacional numa organização estruturada, é necessário atingir os restantes níveis e de uma forma hierárquica. Já também analisado por Li et al. (2010) refere-se a importância de existir uma avaliação de conhecimentos da aprendizagem da teoria obtida pelos radioterapeutas (nível 2 de Kirkpatrick), sendo possível analisar e melhorar o próprio esquema programático em si, tendo em apreciação

os objetivos iniciais propostos. Os 3º e 4º níveis preconizam a avaliação do comportamento dos formandos, na alteração efetuada na mudança de práticas (nível 3) e na avaliação de resultados com impacto nos cuidados de saúde prestados ao doente, através da alteração da performance dos formandos (nível 4). Estes dois últimos níveis requerem mais investigação em trabalho futuro.

Não obstante o que deverá ser o desenvolvimento de um Programa de Treino completo, com uma avaliação correta segundo a hierarquia de Kirkpatrick, mais alguns valores cognitivos foram analisados nos comentários, tal como a existência de um protocolo de verificação das imagens de CBCT uniforme e coeso, com níveis de ação bem definidos para o apoio à decisão. Gillan et al. (2013) observaram no seu estudo que, dentro do mesmo centro, subsistiam diferentes protocolos de verificação de imagem, quebrando muitas vezes o *workflow*, conduzindo a inconsistências nos procedimentos técnicos efetuados pelos radioterapeutas. Os níveis de confiança destes profissionais poderiam assim ser melhorados, num ambiente bem organizado, em que o poder de decisão e a análise crítica fossem categorizados em níveis de ação. Isto conduz às intenções (objetivos racionais) dos radioterapeutas que integraram o estudo. Uma das preocupações passava pelo desejo do Programa de Treino poder ser implementado, existindo autonomia para os radioterapeutas verificarem as imagens 3D. O facto da existência de uma descrença na sua implementação, um aspeto já referido por Pina e Cunha et al. (2007), isto poderá ter-se refletido em alguns resultados menos positivos, tais como os obtidos nos níveis de confiança, com as respostas mais divididas pela escala de *Likert*. É de mencionar que a sugestão da repetição periódica do Programa de Treino foi referida nos comentários, reforçando o sustentado por Foroudi et al. (2009) bem como as recomendações do *The Royal College of Radiologists* (2008), descrevendo que, aquando da implementação de um esquema formativo de treino, é necessário programar com eficácia a sua repetição frequente (anual, por exemplo), tendo em atenção as necessidades de cada instituição.

Tendo em consideração os comentários feitos pelos participantes, é de prever que o tipo de mudança organizacional que melhor se ajusta à introdução de um programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em CaP é aquela que é devidamente planeada, que será sempre combinada com algo que é emergente mudar. Este tipo de mudança introduz ajustamentos em componentes da configuração organizacional ao nível das *hard skills* (aplicação dos conhecimentos práticos, com ajuste de competências técnicas) e *soft skills* (ao nível de competências comportamentais, como a confiança, comunicação, organização e gestão do *workflow* onde o profissional se encontra envolvido) (Pina e Cunha et al., 2007).

4.5. *Limitações do estudo*

Sendo o investigador um radioterapeuta, que fez parte do Programa de Treino, e tendo acompanhado todas as fases do projeto junto dos profissionais que participaram no estudo, poderá incluir análises reflexivas baseadas em observações ao processo decorrente da primeira e terceira fase o que, por um lado, pode enriquecer a análise, por outro, pode condicionar a objetividade da observação. Outra limitação encontrada no estudo prende-se com o *Software Offline Review*, utilizado pelos radioterapeutas para verificarem as imagens de CBCT. Apesar de se ter realizado um procedimento para a utilização deste *software* de forma mais simples, com descrição de todos os passos a seguir, a verdade é que não se trata de uma aplicação considerada intuitiva. Este aspeto pode ter levado a erros no registo dos desvios, algo que o investigador não conseguiu controlar ao longo do processo, para a minimização desses erros.

5. Conclusão e perspetivas futuras

O avanço tecnológico emergente na área da oncologia faz com que o desafio da aplicação da radioterapia guiada por imagem para o reconhecimento de tecidos moles, como é o caso específico do CBCT em Ca da Próstata, continue a ser alvo de aprendizagem para a prática diária desta técnica de verificação de imagem. No âmbito deste estudo, foi possível reunir um conjunto de material técnico dividido em temáticas pertinentes de serem ministradas num Programa de Treino formal para radioterapeutas, para a verificação de imagens 3D CBCT em CaP. Este esquema formativo proporcionou uma aquisição de conhecimentos que, ao serem aplicados no *workflow* diário de um tratamento de RTE, de forma precisa e eficiente, possam ser assumidos pelos radioterapeutas no âmbito das suas competências, tendo em consideração certos níveis de ação. Dentro da aptidão técnica, desde a aquisição correta do CBCT, com manuseio de todas as ferramentas do *software* OBI, passando pelo reconhecimento de diferenças anatómicas dos tecidos moles, com capacidade para avaliar com exatidão a cobertura do PTV no *matching* das imagens, até à aptidão psicossocial referente à confiança que o radioterapeuta possui para atuar com segurança ao nível do procedimento de ação protocolado pela instituição.

Foi possível concluir, em relação à comparação dos valores resultantes da verificação das imagens de CBCT efetuadas pelos radioterapeutas, não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os momentos antes e após o Programa de Treino, nas direções VRT, LAT e RTN. Para a direção LONG existe uma diferença estatisticamente significativa, com melhoria na análise de CBCT's após o Programa de Treino. Na associação entre o tempo de experiência com a tecnologia de CBCT (< 2 anos *vs.* > 2 anos) e os desvios (DAM) registados antes e depois da formação, não foram registadas diferenças. Relativamente ao tempo de experiência como radioterapeuta (< 10 anos *vs.* >10 anos), existem diferenças estatisticamente significativas na associação com duas variáveis (DAM VRT antes e depois e DAM LAT depois). Noutra associação entre as variáveis relacionadas com o nível de confiança e o tempo de experiência como radioterapeuta, não foi encontrada qualquer relação. Os participantes no estudo reportaram que o Programa de Treino foi bem organizado, correspondendo às expectativas. Contudo, nos comentários livres, descreveram sentirem necessidades educativas que não foram expostas em formação e exprimiram alguma preocupação quanto à implementação de protocolos com níveis de ação para a verificação das imagens de CBCT.

Pode-se assim concluir que esta estrutura de Programa de Treino, apresentada em estudo, exhibe um nível de eficácia considerado satisfatório para a sua implementação, na medida em que existe uma necessidade formativa de atualização de conteúdos programáticos. Sendo este programa composto por módulos temáticos considerados pertinentes para a verificação das imagens volumétricas, nomeadamente relacionado com a anatomia radiológica pélvica, a sua introdução na prática clínica é considerada uma mais valia para radioterapeutas com mais de 10 anos de experiência, assim como para profissionais que iniciem a sua prática com CBCT.

Em qualquer processo de otimização dos serviços de saúde, o cuidado ao doente deve ser privilegiado e para que exista eficácia e qualidade no *workflow* das equipas de trabalho, o poder de decisão dos profissionais que analisam criticamente as imagens de CBCT é considerado fundamental para uma mudança de padrões na estrutura organizacional, com vista a melhorar os resultados na prestação. A passagem da responsabilidade, da verificação de imagens volumétricas, do radioncologista para o radioterapeuta, tornando este profissional autónomo na execução desta função, pode expô-lo a níveis de *stress* não desejáveis, se não forem estabelecidos níveis de ação protocolados para a análise dos CBCT's. Uma mudança bem-sucedida só pode ocorrer em ambientes em que as pessoas se sintam psicologicamente seguras, condição para a qual é imprescindível um nível adequado de confiança. Os hábitos comportamentais gerados a partir da confiança, segurança e certeza dos profissionais associados ao processo de verificação de imagens volumétricas, podem ser praticados em programas de formação mais estruturados, com módulos teóricos e práticos e com uma avaliação de conhecimentos, seguindo o modelo de Kirkpatrick.

Considera-se assim que, futuramente, seria importante introduzir uma mudança programada, com a constituição de uma equipa de trabalho multidisciplinar capaz de estruturar de forma adequada os processos de ação. Seria fundamental definir as estratégias de aplicabilidade dos procedimentos, tais como protocolar níveis de ação para a verificação das imagens de 3D CBCT na patologia de CaP, assim como a implementação de um programa formativo de treino mais avançado e estruturado, com uma atualização/renovação de conhecimentos de forma periódica. Seria interessante analisar, como continuação deste projeto, o impacto que o Programa de Treino teve na prática diária dos radioterapeutas, tanto no que respeita aos níveis de *stress* a que estão sujeitos, como o grau de confiança dos profissionais, assim como avaliar a sua performance, caso adquiram autonomia na verificação das imagens de CBCT.

Referências Bibliográficas

- Alaei, P., & Spezi, E. (2015). Imaging dose from cone beam computed tomography in radiation therapy. *Physica Medica*, 31(7), 647–658.
<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.06.003>
- Associação dos Técnicos de Radioterapia. (2017). Radioterapeuta: Técnico Superior de Radioterapia. Perfil Profissional e Competências, Quadro Nacional de Qualificações, 1–48.
- Bardin, L. (1977). *L'Analyse de Contenu* (4^a). France: Presses Universitaires de France.
- Bissonnette, J.-P., Balter, P. a, Dong, L., Langen, K. M., Lovelock, D. M., Miften, M., ... Yoo, S. (2012). TG-179 Quality assurance for image-guided radiation therapy utilizing CT-based technologies. *Medical Physics*, 39(4), 1946–1963.
<https://doi.org/10.1118/1.3690466>
- Boejen, A., Vestergaard, A., Hoffmann, L., Ellegaard, M. B., Rasmussen, A. M., M??ller, D., ... Grau, C. (2015). A learning programme qualifying radiation therapists to manage daily online adaptive radiotherapy. *Acta Oncologica*, 54(9), 1697–1701.
<https://doi.org/10.3109/0284186X.2015.1062914>
- Bridge, P., & Tipper, D. J. (2017). *CT Anatomy for Radiotherapy* (2nd Editio). Glasgow: www.mkupdate.co.uk.
- Brierley, A., et al. (2016). *TNM Classification of malignant tumors. UICC International Union Against Cancer* (8th edn.).
- Button, M. R., & Staffurth, J. N. (2010). Clinical application of image-guided radiotherapy in bladder and prostate cancer. *Clinical Oncology*, 22(8), 698–706.
<https://doi.org/10.1016/j.clon.2010.06.020>
- Carignani, V. (2000). Management of change in health care organisations and human resource role. *European Journal of Radiology*, 33(1), 8–13.
[https://doi.org/10.1016/S0720-048X\(99\)00130-8](https://doi.org/10.1016/S0720-048X(99)00130-8)
- Couto, J. G., McFadden, S., McClure, P., Bezzina, P., & Hughes, C. (2019). Competencies of therapeutic radiographers working in the linear accelerator across Europe: A systematic search of the literature and thematic analysis. *Radiography*, (xxxx).
<https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.06.004>

- Cox, J., & Jimenez, Y. (2009). The radiation therapist's role in real-time EPI interpretation and decision-making. *European Journal of Radiography*, 1(4), 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.ejradi.2010.04.001>
- D. Dance, S. Christofides, M. Maidment, I. M. (2014). Diagnostic Radiology Physics: A handbook for teachers and students. *Iaea*, 710.
- Elsner, K., Naehrig, D., Halkett, G. K. B., & Dhillon, H. M. (2017). Reduced patient anxiety as a result of radiation therapist-led psychosocial support: a systematic review. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 64(3), 220–231. <https://doi.org/10.1002/jmrs.208>
- Evans, L. (2015). The European Higher Education Area (pp. 573–591). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20877-0>
- Foroudi, F., Pham, D., Bressel, M., Tongs, D., Rolfo, A., Styles, C., ... Kron, T. (2013). The utility of e-learning to support training for a multicentre bladder online adaptive radiotherapy trial (trog 10.01-bolart). *Radiotherapy and Oncology*, 109(1), 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2012.10.019>
- Foroudi, F., Wong, J., Kron, T., Roxby, P., Haworth, A., Bailey, A., ... Duchesne, G. (2010). Development and evaluation of a training program for therapeutic radiographers as a basis for online adaptive radiation therapy for bladder carcinoma. *Radiography*, 16(1), 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2009.09.002>
- Geinitz, H., Roach III, M., & van As, N. (Eds.). (2015). *Radiotherapy in Prostate Cancer*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37099-1>
- Gilham, B. (2000). *Developing a Questionnaire* (First Edit). London: Continuum.
- Gillan, C., Li, W., & Harnett, N. (2013). Radiation therapist perspectives on cone-beam computed tomography practices and response to information. *Journal of Radiotherapy in Practice*, 12(3), 237–244. <https://doi.org/10.1017/S1460396913000149>
- Gillan, C., Wiljer, D., Harnett, N., Briggs, K., & Catton, P. (2010). Changing stress while stressing change: The role of interprofessional education in mediating stress in the introduction of a transformative technology. *Journal of Interprofessional Care*, 24(6), 710–721. <https://doi.org/10.3109/13561820903550796>
- Hamburg, M., & Young, P. (1994). *Statistical Analysis for Decision Making*. (P. T. Editor, Ed.) (Six Editio). Harcourt Brace College Publishers.

- Hobman, E., Callan, V. J., Bordia, P., Jones, E., & Gallois, C. (2004). Uncertainty during organizational change: Type, consequences, and management strategies. *Journal of Business and Psychology*, 18(4), 507–532.
- Hunter, D. J. (1996). The changing roles of health care personnel in health and health care management. *Social Science and Medicine*, 43(5), 799–808. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(96\)00125-6](https://doi.org/10.1016/0277-9536(96)00125-6)
- IAEA. (2019). *IAEA Human Health Reports No. 16 - Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice*. Vienna, Austria.
- Javanparast, S., Maddern, J., Baum, F., Freeman, T., Lawless, A., Labonté, R., & Sanders, D. (2018). Change management in an environment of ongoing primary health care system reform: A case study of Australian primary health care services. *International Journal of Health Planning and Management*, 33(1), e76–e88. <https://doi.org/10.1002/hpm.2413>
- Li, W., Harnett, N., Moseley, D. J., Higgins, J., Chan, K., & Jaffray, D. A. (2010). Investigating user perspective on training and clinical implementation of volumetric imaging. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 41(2), 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2010.01.004>
- Lohikoski, K., Roos, M., & Suominen, T. (2019). Workplace culture assessed by radiographers in Finland. *Radiography*, (xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.05.003>
- Mahesh, M. (2013). The Essential Physics of Medical Imaging, Third Edition. *Medical Physics*, 40(7), 077301. <https://doi.org/10.1118/1.4811156>
- Miracle, A. C., & Mukherji, S. K. (2009). Conebeam CT of the Head and Neck, Part 1: Physical Principles. *American Journal of Neuroradiology*, 30(6), 1088–1095. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a1653>
- Mottet, N., Bellmunt, J., Briers, E., Bolla, M., Bourke, L., Cornford, P., ... Wiegel, T. (2017). EAU-ESTRO - ESUR - SIOG Guidelines on Prostate Cancer. In *Eur Assoc Urol*.
- National Cancer Action Team. (2012). *National Radiotherapy Implementation Group Report Image Guided Radiotherapy (IGRT) Guidance for implementation and use. Report*.
- National Comprehensive Cancer Network. (2018). Prostate cancer. In *NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Prostate Cancer. Version 2.2018*. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2016.07.007>

- Netter, F. H. (2000). *Atlas de Anatomia Humana* (2ed ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Otto, K. (2007). Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc. *Medical Physics*, 35(1), 310–317. <https://doi.org/10.1118/1.2818738>
- Ozyigit, G., & Selek, U. (Eds.). (2017). *Principles and Practice of Urooncology*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56114-1>
- Pedroso de Lima, J. J. (1995). *Física dos Métodos de Imagem com Raios-X*. Coimbra.
- Perez, C.A., Chao, K.S.C. e Brady, L. W. (2002). *Radiation Oncology*. (L. W. &Wilkins, Ed.). Philadelphia, USA.
- Pina e Cunha, M., Rego, A., Campos e Cunha, R., & Cabral-Cardoso, C. (2007). *Manual de Comportamento Organizacional e Gestão* (6ª Edição). Lisboa: Editora RH, Lda.
- Rybovic, M., Halkett, G. K. B., & Williams, M. T. (2004). Do confidence, formal training or years of experience influence the accuracy of electronic portal image review by radiation therapists? *Journal of Radiotherapy in Practice*, 4(2–3), 78–85. <https://doi.org/10.1017/S1460396905000129>
- Sartori, R., Costantini, A., Ceschi, A., & Tommasi, F. (2018). How do you manage change in organizations? Training, development, innovation, and their relationships. *Frontiers in Psychology*, 9(March), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00313>
- Serrano, G. P. (1994). Investigación Cualitativa. Retos e Interrogantes. *Madrid: La Muralla*, 1–21.
- Shepherd, J. (2014). Applications of linac-mounted kilovoltage Cone-beam Computed Tomography in modern radiation therapy: A review. *Polish Journal of Radiology*, 79, 181–193. <https://doi.org/10.12659/PJR.890745>
- The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, I. of P. and E. in M. (2008). *On target : ensuring geometric accuracy in radiotherapy*. *The Royal College of Radiologists*. [https://doi.org/BFCO\(08\)5](https://doi.org/BFCO(08)5)
- Treutwein, M., Hipp, M., Koelbl, O., & Dobler, B. (2012). Searching standard parameters for volumetric modulated arc therapy (VMAT) of prostate cancer. *Radiation Oncology*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1748-717X-7-108>
- Tucker, L., Gilbert, F. J., Astley, S. M., Dibden, A., Seth, A., Morel, J., ... Duffy, S. W. (2017). Does Reader Performance with Digital Breast Tomosynthesis Vary according to Experience with Two-dimensional Mammography? *Radiology*, 283(2), 371–380.

<https://doi.org/10.1148/radiol.2017151936>

Varian Medical Systems. (2010). PaxScan 3030CB / 4030CB - Systems & Service Guide. United States of America.

Varian Medical Systems. (2013). TrueBeam Technical Reference Guide—Volume 2: Imaging. United States of America.

White, E., & Kane, G. (2007). Radiation Medicine Practice in the Image-Guided Radiation Therapy Era: New Roles and New Opportunities. *Seminars in Radiation Oncology*, 17(4), 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.semradonc.2007.07.001>

Winter, I. P., Ingledew, P. A., & Golden, D. W. (2019). Interprofessional Education in Radiation Oncology. *Journal of the American College of Radiology*, 16(7), 964–971. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.12.022>

Yin, F.-F., Wong, J., Balter, J., Benedict, S., Bissonnette, J.-P., Craig, T., ... Wu, Q. J. (2009). *The Role of In-Room kV X-Ray Imaging for Patient Setup and Target Localization Report of AAPM Task Group 104. Data Management.*

Cronograma de Atividades

	2018				2019					
FASES DO PROJETO	MAIO-AGO	SET	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABRIL-JUN	JUL-SET	OUT
Revisão da Literatura										
Definição metodologia										
Pré-projeto										
Elaboração do Programa de Treino										
1ª fase Projeto										
2ª fase Projeto – Programa de Treino										
3ª fase Projeto										
Recolha de dados										
Estatística dos dados										
Análise dos resultados										
Discussão										
Conclusão										
Revisão do Projeto e entrega										

Anexo I – Parecer da Comissão de Ética para a Saúde



Exmo. Senhor,
Prof. Doutor Rui Henrique
Director da Escola Portuguesa de Oncologia do
Porto (EPOP)
IPO Porto FG EPE

Ref. CES. 300/018
Porto, 11 de outubro de 2018
Assunto: **Avaliação de Pedido de Parecer**

Exmo. Sr. Prof. Rui Henrique,

Cumpre-me remeter a V/Exa. o pedido de parecer dirigido a esta CES sobre a realização de Projeto de Investigação intitulado **“Desenvolvimento de um programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em cancro da Próstata”**, tendo como Investigadora Principal **Cláudia Lopes Coelho**, foi avaliado em reunião ordinária da Comissão de Ética, a 11 de outubro de 2018, na qual se emitiu o parecer anexo.

Com respeitosos cumprimentos,

Dr. Artur Lima Bastos
Presidente da CES – IPO Porto EPE

Rui Henrique
Informar o responsável
16/10/2018



Dr. DR. ANÍLIO BERNARDO DE ALMEIDA
4200-072 PORTO - PORTUGAL

T: (+351) 22 509 40 00 E-MAIL:
F: (+351) 22 509 40 01 c@ipoportofg-epe.pt

Capital Social: 100.000,00 € R: Registo na Conservatória do Registo Comercial de Porto Lote N.º 57884 - NIPC 500 532 280





Parecer CES IPO: 300/018

Assunto: Pedido de realização de Projeto de Investigação intitulado *“Desenvolvimento de um programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em cancro da Próstata”*

Investigadora Principal: Cláudia Lopes Coelho

Data: 11 de outubro de 2018

PARECER

É parecer desta CES, não existir impedimento de natureza ética ao desenvolvimento do referido estudo de Investigação.

Dr. Artur Lima Bastos
Presidente da CES – IPO Porto EPE



RUA DR. ANTÓNIO BERNARDINO DE ALMEIDA
4200-072 PORTO - PORTUGAL

T: (+351) 22 508 40 00 FAX: (+351) 22 501 40 01
EMAIL: info@ipoporto.mini-estado.pt

Capital Social: 30.000.000,00 € Registo na Conservatória do Registo Comercial do Porto com o N.º 57884 - NIPC 506 302 299



Anexo II – Formulário *online* para solicitar participação voluntária no estudo

Projeto de Investigação: "Desenvolvimento de um programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em Cancro da Próstata"

No âmbito do projeto de investigação para obtenção do grau de Mestre em Tecnologias da Imagem Médica do Departamento de Ciências Médicas da Universidade de Aveiro, venho por este meio descrever o projeto de estudo e solicitar a sua participação voluntária no mesmo, deixando o seu contato de e-mail e telefónico como forma de consentimento, para futuramente, ser contactado com informações mais precisas.

Identificação do investigador: Cláudia Lopes Coelho

E-mail: [c](#)

Telefone: [c](#)

Sob a orientação científica de: Doutora Ana Alexandra da Costa Dias, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro; coorientação do Especialista Serafim Filipe da Cunha Pinto, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro e Coorientação da Médica Assistente Hospitalar Graduada Carla Lopes de Castro, Radioncologista do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil.

***Obrigatório**

1. Endereço de email *

Resumo do projeto de investigação

A incidência do Cancro da Próstata (CaP) tem aumentado na maioria dos países e, atualmente, representa a segundo cancro mais comum nos homens e a sexta causa principal de morte por cancro em todo o mundo. Existindo várias modalidades terapêuticas para o tratamento do CaP clinicamente localizado, a Radioterapia Externa (RTE) tem sido a abordagem de irradiação mais amplamente disponibilizada.

Com a introdução da Radioterapia por Intensidade Modulada (IMRT - Intensity Modulated Radiation Therapy) e a necessidade da otimização dos tratamentos no sentido de administrar doses mais altas ao volume alvo, poupando os tecidos normais circundantes, surgiu a técnica de irradiação VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) – Radioterapia Volumétrica Modulada em Arco. Dada a evolução da RTE para técnicas cada vez mais conformacionadas, tornou-se fundamental a precisão na verificação do posicionamento do doente antes da realização do tratamento.

A introdução de sistemas guiados por imagem (IGRT – Image Guided Radiation Therapy), utilizando Raios-X de kilovoltagem (kV), veio permitir a obtenção de imagens de maior qualidade em tecidos moles, utilizando baixas doses de radiação, aproximando-se à qualidade de imagem de Tomografia Computorizada (TC) de diagnóstico. Estes sistemas integrados em Aceleradores Lineares, permitem adquirir CBCT's (Cone Beam Computed Tomography) através de projeções de imagens planares 2D, numa rotação da gantry em 360 graus em redor do doente. Estas são posteriormente reconstruídas tridimensionalmente (3D), sendo possível a análise dos desvios online com elevada precisão, através do match entre a imagem reconstruída digitalmente da TC de planeamento e do CBCT obtido antes do tratamento ao doente.

A observação crítica destas imagens 3D CBCT requer não só um conhecimento da anatomia do corpo humano, especificamente da anatomia imagiológica pélvica, mas também de treino por parte da equipa de radioterapeutas, de forma a que estas possam ser analisadas, utilizando todas as funcionalidades do sistema de IGRT. O desenvolvimento das aptidões dos radioterapeutas para a verificação, de forma responsável e crítica, dessas imagens 3D deve ser assegurado por equipas multidisciplinares. A realização de cursos, com base na radioterapia guiada por imagem, revela-se fundamental na implementação da qualidade nos procedimentos, através da formação dos profissionais em áreas como equipamento, tecnologia e especificidade anatómica.

Objetivo genérico do estudo

O objetivo principal deste estudo envolve o desenvolvimento de módulos temáticos para o treino dos radioterapeutas na verificação de imagens volumétricas 3D CBCT em CaP nas fases de tratamento de RTE de Próstata+Vesículas Seminais (VS) e Próstata.

Metodologia

No sentido de validar esse programa, será feita uma avaliação da eficácia da implementação do programa de treino, com base na comparação dos desvios observados na verificação das imagens de CBCT pelos radioterapeutas, antes e após a realização do programa de treino. Como valor de referência dos desvios obtidos do match de imagens entre o TC de planeamento e o CBCT, tem-se os desvios verificados e aprovados pelo radioncologista, que é o profissional que valida o CBCT para se proceder à realização do tratamento.

Trata-se de um estudo observacional e retrospectivo, em que serão utilizadas imagens de CBCT de doentes que já terminaram tratamento de RTE.

Tendo em consideração toda a revisão da literatura retirada de bases de dados como ClinicalKey (Elsevier), PubMed (NCBI) e pesquisa online relativa a recomendações de associações mundiais, como a AAPM, ESTRO, NHS e Royal College of Radiologists, verificou-se que a existência de programas de treino para os radioterapeutas, na análise de imagens volumétricas 3D CBCT, deverá ser de prática protocolar de todas as instituições que utilizem esta técnica de IGRT.

Será então desenvolvido um esquema programático de treino com o número de horas a lecionar por cada formador. A formação dos módulos temáticos ficará à responsabilidade dum radioterapeuta e radioncologista (especialista em patologia oncológica da próstata) seniores e de um médico radiologista. O treino modular será dividido em 2 dias, devido a questões logísticas, e será ministrado no Serviço de Radioterapia do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, E.P.E. O formato dos módulos temáticos será em Power Point Presentation (PPT) e o serviço de Radioterapia facilitará todas as condições para a ministração dos mesmos.

Serão então selecionados pelo radioncologista facilitador da formação, 10 casos clínicos de doentes que realizaram CBCT, nas fases de Próstata+VS e Próstata, e que já não se encontram em tratamento de RTE à data do estudo.

Os radioterapeutas, pré-selecionados e a exercer funções no Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, E.P.E., terão de realizar a análise dessas imagens de CBCT no software Offline Review - ARIA (versão 13.5.32 da Varian Medical Systems), com licença adquirida pelo Serviço de Radioterapia.

Seleção dos radioterapeutas voluntários

Como critério de seleção de inclusão no estudo, os radioterapeutas voluntários deverão ter experiência em acelerador linear equipado com tecnologia CBCT. Esta experiência adquire-se através do tempo considerado de integração a um radioterapeuta, integrado num workflow dedicado ao procedimento técnico da realização de um CBCT.

2. Pretende se voluntariar para participar no projeto de investigação em questão? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não *Pare de preencher este formulário.*

Passe para a pergunta 2.

Deixe o seu contato

Como resposta positiva a se voluntariar no projeto de investigação, por favor, deixe os seus contatos abaixo.

3. Contato de e-mail preferencial: *

4. Contato telefónico: *

Agradeço, desde já, a sua colaboração neste projeto de investigação. Em breve, receberá mais informações via e-mail e presencialmente. Qualquer dúvida não hesite em me contatar.

Com tecnologia
 Google Forms

Anexo III – Documento explicativo do projeto de estudo e consentimento informado aos participantes

CÓDIGO: _____

PROJETO: Desenvolvimento de um programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em Cancro da Próstata

O projeto de investigação supracitado, desenvolve-se no âmbito do Mestrado em Tecnologias da Imagem Médica do Departamento de Ciências Médicas da Universidade de Aveiro. Tem como objetivo principal o desenvolvimento de módulos temáticos para o treino dos radioterapeutas na verificação de imagens volumétricas 3D CBCT em Cancro da Próstata (CaP) nas fases de tratamento de Radioterapia Externa de Próstata+Vesículas Seminais e Próstata.

No sentido de validar esse programa, será feita uma avaliação da eficácia da implementação do programa de treino, com base na comparação dos desvios observados na verificação das imagens de CBCT pelos radioterapeutas, antes e após a realização do programa de treino. Como valores de referência dos desvios obtidos do *match* de imagens entre o TC de planeamento e o CBCT, tem-se os desvios verificados e aprovados pelo radioncologista, que é o profissional que valida o CBCT para se proceder à realização do tratamento.

Para se melhor compreender a metodologia deste estudo, descrevem-se as três fases pelas quais, os radioterapeutas que se voluntariaram, terão de participar ativamente.

1ª Fase: análise de imagens CBCT referentes a 10 casos clínicos, no *software Offline Review-ARIA*. Para auxiliar ao processo de verificação destas imagens volumétricas, em anexo encontra-se um procedimento com os passos a seguir para essa análise. Assim como, as tabelas onde terão de registar os valores dos desvios obtidos, após a verificação crítica de cada caso clínico, nos dias referidos;

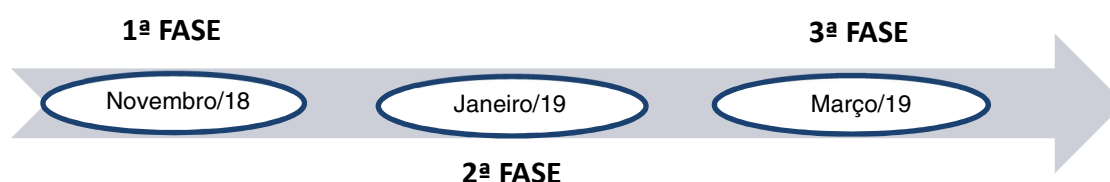
2ª Fase: ministração do programa de treino, em que os módulos se dividirão conforme a tabela seguinte:

	Módulos	Formadores	Tempo (minutos)
Dia 1	Introdução Clínica à patologia de CaP Anatomia radiológica pélvica (TC e RM)	Radioncologista/Radiologista	60

Dia 2	Princípios Físicos e Tecnologia CBCT	Físico Médico/Radioterapeuta	60
Dia 3	Tratamento de RTE em CaP	Radioncologista	60

3ª Fase: repetição da análise efetuada na 1ª fase, após a presença dos radioterapeutas no programa de treino.

A imagem seguinte esquematiza cronologicamente as fases deste estudo:



Realçam-se alguns aspetos importantes para a facilitação do estudo:

1. A 1ª fase para a análise das imagens e respetivo registo dos desvios em formato papel, nas folhas anexas, terá de ser concluída até ao final do mês de novembro do presente ano;
2. Os radioterapeutas que se voluntariaram para o estudo terão de marcar a sua presença em todos os módulos do programa de treino, a realizar em janeiro de 2019, sendo informados das datas mais convenientes. Caso não exista essa comparência, não poderão continuar no estudo e assim passar para a 3ª fase;
3. A 3ª fase recorrerá da análise dos mesmos casos clínicos e os radioterapeutas terão o mesmo tempo disponível para essa verificação, que na 1ª fase.

Consentimento informado

Este estudo de investigação foi aprovado e autorizado pela Comissão de Ética para a Saúde do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, E.P.E., pelo que todos os dados serão devidamente preservados.

Declaro ter compreendido a explicação mencionada acima, relativa a este projeto de investigação, e autorizo o uso de dados anónimos para a finalidade de investigação que lhe está associada.

Identificação do investigador: Cláudia Lopes Coelho

E-mail: [xxxx@xxxx.xx]

Telefone: [xxx xxx xxx]

Radioterapeuta: _____ Data: ____/____/____

Anexo IV – Questionário Secção A

CÓDIGO: _____

Questionário para recolha de dados relativos à experiência e formação profissional

O seguinte questionário pretende recolher dados relacionados com a experiência e formação profissional em CBCT. Responda colocando uma cruz no quadrado referente à resposta mais adequada.

Secção A: Experiência e Formação Profissional

1. Há quanto tempo trabalha como Radioterapeuta?

- ☐ a. < 2 anos
- ☐ b. 2 – 5 anos
- ☐ c. 6 – 10 anos
- ☐ d. > 10 anos

2. Como classifica a sua experiência com CBCT?

- ☐ a. Nenhuma experiência
- ☐ b. < 3 meses
- ☐ c. 3 meses – 1 ano
- ☐ d. 1 – 2 anos
- ☐ e. > 2 anos

3. Que tipo de formação obteve para a realização de CBCT's?

(Selecione todas as opções que se adequem)

- ☐ a. Formação em estágio clínico curricular
- ☐ b. Formação decorrente da integração em acelerador linear (p. ex. formação proveniente de um radioterapeuta com experiência em CBCT)
- ☐ c. Formação de um representante da marca *in house* (p. ex. treino da *Varian* aquando a instalação do acelerador linear)
- ☐ d. Formação extra (p. ex. formação proveniente de cursos: *ESTRO*, *Varian*)
- ☐ e. Nenhuma formação

Anexo V

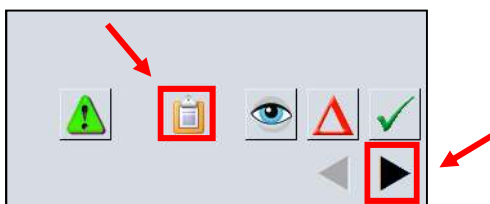
Procedimento para a análise de imagens CBCT na aplicação *Offline Review – ARIA (Varian Medical Systems)*


O seguinte procedimento descreve de forma ilustrada os passos a seguir pelo participante, para proceder à análise das imagens volumétricas CBCT referentes aos casos clínicos em estudo.

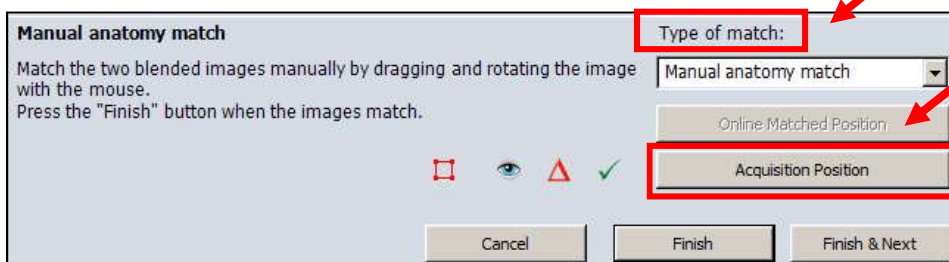
1. Abrir a aplicação *Offline Review* e introduzir o número do doente:



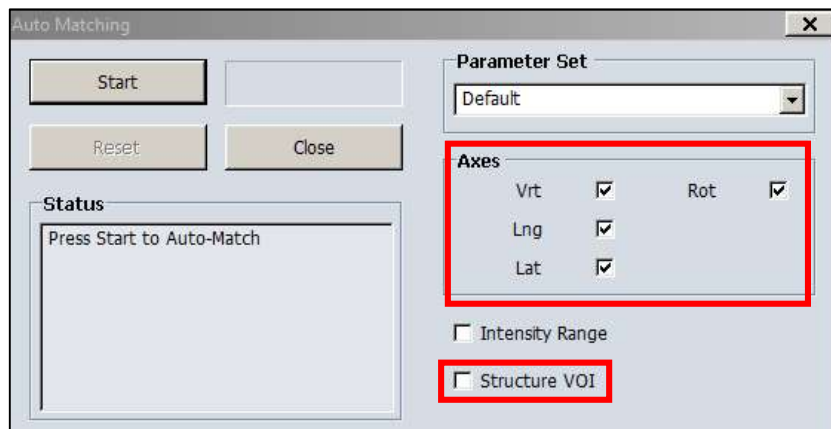
2. Na *worklist* que abre automaticamente, seleccionar o dia do CBCT. Outras opções para essa seleção do dia para análise serão (tal como demonstra a Figura abaixo): ícone *Show Worklist* e setas de navegação a preto, clicando com o botão direito do rato:




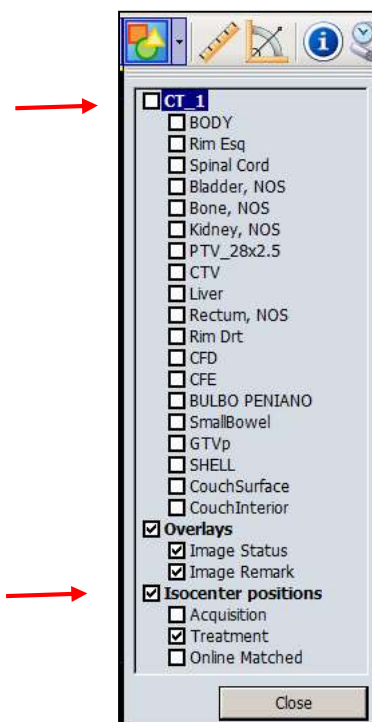
3. Selecionar a opção *Match Images*  para aparecer a tabela abaixo indicada;
4. No *Manual anatomy match* seleccionar *Acquisition Position* :






5. De seguida seleccionar a opção *Auto Anatomy Match* no *Type of match* (conforme está marcado numa caixa a vermelho na imagem acima) e proceder ao ajuste da *box* (sugere-se a deslocação da *box* para o centro do corte anatómico, antes do *start* automático). Continuar para o *Start* automático com *Parameter Set: Default* , verificando sempre se os **4 Axes** (Vrt, Lng, Lat, Rtn) estão seleccionados e não incluindo o parâmetro de *Structure VOI*, tal como a imagem seguinte:



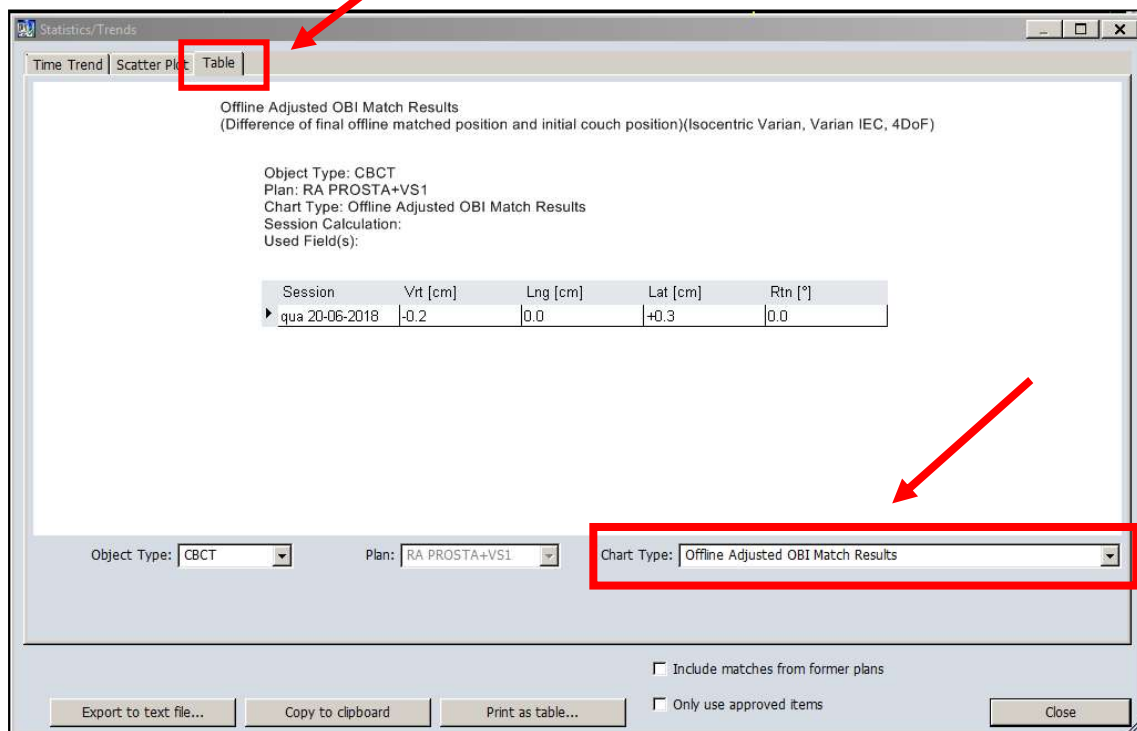
6. Selecionar **Close** para fechar a janela do **Auto Matching**;
7. Na barra de ferramentas selecionar o ícone **Hide/shows the navigation panel**  para ocultar a barra de navegação inferior;
8. Na barra de ferramentas em **Show/hide Structures** retirar a seleção do **Isocenter positions** e selecionar ou não as estruturas que considera pertinentes para ajudar na verificação da imagem:



9. Selecionar **Close** para fechar a janela;
10. Proceder à análise da imagem, selecionando **Match Images**  e **Split Window** ;


11. Após concluir a análise seleccionar **Show Statistics**  e **Table**:

- a. Na opção **Chart Type** seleccionar **Offline Adjusted OBI Match Results** e tal como o exemplo, retirar os valores referentes aos desvios e registar na tabela da folha anexa:



IMPORTANTE: Todos os valores a registar serão referentes ao tipo de visualização **Offline**, daí ser de extrema importância a seleção correta (**Offline Adjusted OBI Match Results**).

12. Seleccionar **Close** para fechar a janela;

13. Na barra de ferramentas seleccionar o ícone **Hide/shows the navigation panel**  para voltar a exibir a barra de navegação inferior e poder assim seleccionar outra data para análise;

14. Proceder à verificação das imagens de CBCT dos restantes dias, utilizando o mesmo procedimento.

NOTA IMPORTANTE: No final de cada análise, fechar o doente, não gravando as alterações que foram realizadas.

Anexo VI

CÓDIGO: _____

Tabelas de registo dos desvios provenientes da análise das imagens volumétricas CBCT em *Offline Review-ARIA* – 1ª Fase (antes do programa de treino)

Nas seguintes tabelas, poderá registar os valores relativos aos desvios resultantes do *match* entre a TC de planeamento e o CBCT. Esses valores são referentes aos quatro graus de liberdade (*4DoF Couch*) da mesa de tratamento: vertical, longitudinal, lateral e rotacional. Observe, assim, o número de dias pertinentes para a obtenção de um valor resultante da correção permanente do posicionamento e registe a data desses dias (p. ex. dia 1: 20/06/18). Se considerar conveniente, poderá fazer um registo à observação realizada.

Caso Clínico 1 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 2 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						

3						
4?						

Caso Clínico 3 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 4 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 5 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						

2						
3						
4?						

Caso Clínico 6 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 7 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 8 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	

1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 9 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 10 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

CÓDIGO: _____

Tabelas de registo dos desvios provenientes da análise das imagens volumétricas CBCT em *Offline Review-ARIA* – 3ª Fase (depois do programa de treino)

Nas seguintes tabelas, poderá registar os valores relativos aos desvios resultantes do *match* entre a TC de planeamento e o CBCT. Esses valores são referentes aos quatro graus de liberdade (*4DoF Couch*) da mesa de tratamento: vertical, longitudinal, lateral e rotacional. Observe, assim, o número de dias pertinentes para a obtenção de um valor resultante da correção permanente do posicionamento e registe a data desses dias (p. ex. dia 1: 20/06/18). Se considerar conveniente, poderá fazer um registo à observação realizada.

Caso Clínico 1 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 2 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						

3						
4?						

Caso Clínico 3 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 4 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 5 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						

2						
3						
4?						

Caso Clínico 6 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 7 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 8 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	

1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 9 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Caso Clínico 10 nº:						
DIAS		Desvios da mesa de tratamento				REGISTO DE OBSERVAÇÕES
		VRT (cm)	LONG (cm)	LAT (cm)	RTN (graus)	
1						
2						
3						
4?						

Anexo VII – Documento descritivo do Programa de Treino

Programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em Cancro da Próstata

O programa de treino na verificação de imagens volumétricas em Cancro da Próstata desenvolve-se no âmbito do projeto de investigação inserido no Mestrado em Tecnologias da Imagem Médica, do Departamento de Ciências Médicas da Universidade de Aveiro, em colaboração com uma equipa multidisciplinar do Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil, E.P.E.

Este documento descreve a organização dos módulos temáticos relativos ao programa de treino para a verificação de imagens volumétricas 3D CBCT na patologia prostática, nas fases específicas de tratamento de radioterapia externa de Próstata+Vesículas Seminais (VS) e Próstata.

universidade de aveiro



theoria poiesis praxis



1. Objetivo e acesso ao programa de treino

O presente programa de treino é acessível a todos os radioterapeutas, com experiência em acelerador linear, que exerçam funções no Serviço de Radioterapia Externa do IPOPPG, com o objetivo destes profissionais obterem e/ou renovarem conhecimento relacionado com:

1. Introdução Clínica à Patologia de Cancro da Próstata (CaP):
 - a) Epidemiologia, sintomas e diagnóstico do CaP;
 - b) Estadiamento do CaP;
2. Anatomia Radiológica Pélvica baseada em TC e RM;

3. Princípios Físicos e Tecnologia CBCT:
 - a) Produção e deteção de Raios-X;
 - b) FOV e filtros;
 - c) Dose;
 - d) Controlo de qualidade;
 - e) Aquisição CBCT – *On-Board Imager CBCT*;
4. Tratamento de Radioterapia Externa (RTE) em CaP:
 - a) Generalidades acerca do tratamento do CaP;
 - b) IGRT no CaP:
 - i. CBCT como IGRT;
 - ii. Protocolo de correção dos desvios;
 - iii. Exemplos de casos clínicos.

A obtenção/renovação de competências permitirá aos radioterapeutas, na conclusão do processo de aprendizagem, compreenderem e se tornarem aptos na execução de cada tarefa, relacionada com o *workflow* da aquisição de CBCT e na verificação crítica de imagens volumétricas.

II. Organização do programa de treino

O período de treino tem a duração de três dias, definidos em consenso pela equipa multidisciplinar que o ministra, e terá como objetivo a obtenção/renovação de competências a implementar na prática diária, no processo da verificação de imagens de CBCT em CaP, antes da realização do tratamento de RTE.

O treino será facilitado teoricamente com recurso a modelos de apresentação, nomeadamente o *Microsoft Office - Power Point* (PPT), descritivas dos conteúdos referentes aos módulos temáticos.

O esquema que se segue, representa a divisão dos módulos ministrados por uma equipa multidisciplinar, assim como o tempo disponibilizado para a formação:

	Módulos	Formadores	Tempo (minutos)
Dia 1	Introdução Clínica à Patologia de CaP Anatomia Radiológica Pélvica - TC e RM	Radioncologista/Radiologista	60

Dia 2	Princípios Físicos e Tecnologia CBCT	Físico Médico/Radioterapeuta	60
Dia 3	Tratamento de RTE em CaP	Radioncologista	60

III. Conteúdos teóricos e aplicação de conhecimentos

Cada módulo temático apresentará como domínios gerais de conhecimento em áreas como clínica e terapêutica no CaP; anatomia pélvica numa perspetiva imagiológica (TC e RM); física das radiações na produção de Raios-X de kiloVoltagem em CBCT, *hardware* e *software* para a aquisição de um CBCT e por último uma abordagem acerca de protocolos de correção e verificação *online* da imagem, com exemplos de casos clínicos.

Os objetivos principais a retirar dos conteúdos teóricos apresentados incluem:

- 1) Conhecimento de diferentes modos de CBCT disponíveis;
- 2) Uso apropriado do *software On-Board Imager CBCT*, seguindo as instruções para a aquisição do CBCT;
- 3) Avaliação de quando é necessária a aquisição dum topograma;
- 4) Identificar os órgãos de risco circundantes da área pélvica no CBCT e a sua localização em relação ao PTV;
- 5) Saber identificar imprecisões na imobilização e posicionamento do doente, estando conscientes da possibilidade de um reposicionamento;
- 6) Identificar diferenças anatómicas, em relação ao preenchimento retal e volume da bexiga, entre a TC de planeamento e o CBCT adquirido;
- 7) Ter conhecimento do procedimento protocolar e dos limites para a aplicação de desvios de correção;
- 8) A importância de tomar uma boa decisão e as consequências de um compromisso.

A aplicação destes conhecimentos no *workflow* diário de um tratamento de RTE é fundamental para a qualidade e precisão do mesmo. Pretende-se que os níveis de ação das competências adquiridas incluam:

- 1) A aquisição correta do CBCT;

- 2) Habilidade para usar as ferramentas, fornecidas pelo *software On-Board Imager CBCT*, para o *matching* das imagens, obtendo uma avaliação precisa das mesmas;
- 3) Demonstrar capacidade em avaliar com precisão a cobertura do PTV no *matching* das imagens, de forma a que o volume alvo esteja todo abrangido;
- 4) Reconhecer diferenças anatómicas dos tecidos moles, tal como preenchimento retal e distensibilidade da bexiga e a consequente posição dos órgãos de risco em relação ao PTV;
- 5) Seguir os procedimentos protocolares da prática clínica e saber identificar alterações/diferenças em relação à TC de planeamento, sabendo quando procurar conselho;
- 6) Reconhecer de forma confiante alterações/diferenças anatómicas na imagem de CBCT adquirida e qual o procedimento de ação protocolado correto;
- 7) Determinar quando são necessárias mais aquisições de CBCT para a obtenção de um valor resultante da correção permanente do posicionamento (baseada nas imagens de verificação) ou a aplicação de CBCT diário, informando o radioncologista dessa decisão;
- 8) Saber quando não é aceitável realizar tratamento ao doente, seguindo um procedimento de ação protocolado.

Anexo VIII – Questionário Secção B

Questionário relacionado com o programa de treino na verificação de imagens 3D CBCT em Cancro da Próstata

O seguinte questionário pretende recolher a percepção que os participantes no estudo têm em relação ao programa de treino que integraram. É constituído por quatro questões fechadas, em que é medida a sua opinião numa escala de Likert, devendo seleccionar a resposta mais adequada. Assim como uma caixa de comentários livre, para que possa acrescentar qualquer opinião que considere importante.

***Obrigatório**

1. Endereço de email *

2. 1. As sessões modulares do programa de treino foram bem organizadas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

3. 2. As sessões modulares do programa de treino corresponderam às suas expectativas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

4. 3. Após a conclusão do programa de treino, sente mais confiança na verificação das imagens de CBCT? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

5. 4. De uma forma geral, qual é o seu nível de satisfação com o programa de treino que integrou? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito satisfeito
- ☐ Satisfeito
- ☐ Nem satisfeito, nem insatisfeito
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Muito insatisfeito

6. 5. Caixa de comentários: por favor, sinta-se à vontade para acrescentar qualquer comentário relacionado com o programa de treino. A confidencialidade e o anonimato serão mantidos.

☐ Pretendo receber uma cópia das minhas respostas.